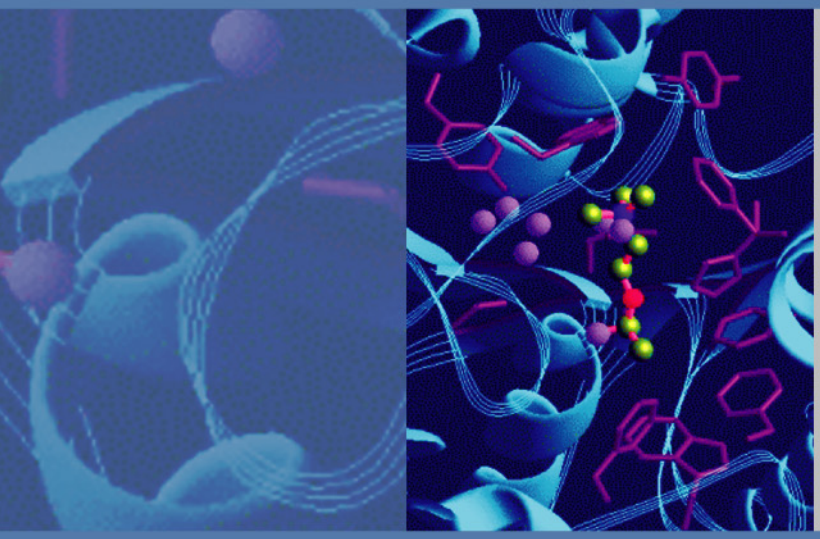


TSQ

Manuel sur le matériel

70111-97183 Révision B mars 2009

DOCUMENTATION SURVEY

Part of Thermo Fisher Scientific

Thermo SCIENTIFIC

©2009 Thermo Fisher Scientific Inc. Tous droits réservés.

Les marques suivantes sont déposées aux États-Unis et éventuellement dans d'autres pays : TSQ Quantum est une marque déposée de Thermo Fisher Scientific Inc. Swagelok est une marque déposée de Crawford Fitting Company. Tygon est une marque déposée de Saint-Gobain Performance Plastics Company. Restek est une marque déposée de Restek Corporation. Microsoft et Windows sont des marques déposées de Microsoft Corporation. Convectron est une marque déposée de Helix Technology Corporation. Intel et Pentium sont des marques déposées d'Intel Corporation. KEL-F est une marque déposée de 3M Company. Rheodyne est une marque déposée de Rheodyne, LLC. Delrin, Kalrez, Teflon, Tefzel et Viton sont des marques déposées de E.I. du Pont de Nemours & Co. Alconox est une marque déposée d'Alconox, Inc. Gastight est une marque déposée de Hamilton Company.

Kimwipe est une marque de Kimberly-Clark Corporation. Granville-Phillips 342 est une marque de Granville-Phillips. Edwards est une marque de Edwards Limited.

Les autres marques déposées sont des marques commerciales ou déposées de Thermo Fisher Scientific Inc. et de ses filiales.

Thermo Fisher Scientific Inc. fournit le présent document à ses clients lors de l'achat d'un produit pour qu'ils puissent s'y reporter dans le cadre de l'utilisation de celui-ci. Ce document est une oeuvre protégée par les lois en vigueur sur la propriété intellectuelle. Sa reproduction, partielle ou intégrale, est interdite sans l'accord écrit de Thermo Fisher Scientific Inc.

Le contenu de ce document peut être modifié sans préavis. Toutes les informations techniques contenues dans le présent document sont fournies à titre de référence uniquement. Les configurations et spécifications qui y sont indiquées prévalent sur toute autre information précédemment communiquée à l'acheteur.

Par ailleurs, Thermo Fisher Scientific Inc. ne garantit pas l'exhaustivité, l'exactitude des informations fournies, ni que le présent document est exempt d'erreur et décline toute responsabilité pour les erreurs, omissions, dommages ou pertes liés à l'utilisation de ce document, même dans le cas où les instructions qu'il contient seraient scrupuleusement respectées.

Ce document ne fait pas partie intégrante d'un quelconque contrat de vente passé entre Thermo Fisher Scientific Inc. et un acheteur. Ce document ne régit ou ne modifie en aucune manière les Conditions de vente, lesquelles régissent la résolution de tous les conflits pouvant survenir entre ces deux documents.

Historique de la version : Révision A février 2008 ; Révision B, une traduction de la Révision C rédigée en langue anglaise 70111-97163, publiée en mars 2009.

Version du logiciel : Xcalibur 2.1, TSQ 2.1

Usage exclusivement réservé à la recherche. Non réglementé pour un usage de diagnostic médical ou vétérinaire par la FDA (Federal Drug Administration) américaine ni aucune autre autorité compétente.

Conformité réglementaire

Thermo Fisher Scientific soumet ses produits à une série de tests et une évaluation complète afin de s'assurer de leur conformité totale aux réglementations locales et internationales. Une fois le système livré, il répond aux exigences de l'ensemble des normes de sécurité et de compatibilité électromagnétique (CEM), telles que décrites ci-dessous.

Toute modification apportée à l'instrument peut annuler sa conformité avec une ou plusieurs de ces normes de sécurité et de compatibilité électromagnétique (CEM). Les modifications concernées incluent le remplacement d'une pièce ou l'ajout de composants, d'options ou de périphériques non spécifiquement autorisés et qualifiés par Thermo Fisher Scientific. Pour assurer la conformité durable de l'instrument aux normes CEM et de sécurité, commander les pièces de rechange et les composants, options et périphériques supplémentaires auprès de Thermo Fisher Scientific ou de l'un de ses représentants agréés.

- TSQ Quantum Access MAX
- TSQ Quantum Ultra
- TSQ Vantage
- TSQ Quantum Access

TSQ Quantum Access MAX

Directive CEM 2004/108/CEE

La CEM a été évaluée par l'organisme de certification TUV Rheinland of North America, Inc.

EN 55011 : 2007, A2 : 2007
EN 61000-3-2 : 2006
EN 61000-3-3 : 1995, A1 : 2001, A2: 2005
EN 61000-4-2 : 1995, A1 : 1999, A2: 2001
EN 61000-4-3 : 2006
EN 61000-4-4 : 2004
EN 61000-4-5 : 2005
EN 61000-4-6 : 2007
EN 61000-4-11 : 2004
EN 61326-1 : 2006

FCC Classe A : CFR 47 Partie 15 : 2007

Conformité aux normes de sécurité relatives aux basses tensions

Cet appareil est conforme à la directive 2006/95/CE de l'Union Européenne mise en œuvre par 61010-1 : 2001.

TSQ Quantum Ultra

CEM - Directive 89/336/CEE modifiée par les directives 92/31/CEE et 93/68/CEE

La compatibilité électromagnétique (CEM) a été évaluée par l'organisme de certification U.L. Underwriter's Laboratory Inc.

EN 55011 : 1998	EN 61000-4-4 : 1995, A1 : 2001, A2 : 2001
EN 61000-3-2 : 1995, A1 : 1998, A2 : 1998, A14 : 2000	EN 61000-4-5 : 1995, A1 : 2001
EN 61000-3-3 : 1998	EN 61000-4-6 : 2001
EN 61000-4-2 : 2000	EN 61000-4-11 : 1994, A1 : 2001
EN 61000-4-3 : 2002	EN 61326-1 : 1998
FCC Classe A, CFR 47 Partie 15 : 2005	CISPR 11 : 1999, A1 : 1999, A2 : 2002

Conformité aux normes de sécurité relatives aux basses tensions

Cet instrument est conforme à la directive 73/23/CEE relative aux basses tensions et à la norme EN 61010-1:2001 harmonisée. 2001.

TSQ Vantage

CEM - Directive 2004/108/CE

La compatibilité électromagnétique (CEM) a été évaluée par l'organisme de certification TUV Rheinland of North America, Inc.

EN 55011 : 1998, A1 : 1999, A2 : 2002	EN 61000-4-4 : 2004
EN 61000-3-2 : 2006	EN 61000-4-5 : 2006
EN 61000-3-3 : 1995, A1 : 2001, A2 : 2005	EN 61000-4-6 : 2001
EN 61000-4-2 : 2001	EN 61000-4-11 : 2004
EN 61000-4-3 : 2006	EN 61326-1 : 2006
FCC Classe A, CFR 47 Partie 15 : 2007	CISPR 11 : 1999, A1 : 1999, A2 : 2002

Conformité aux normes de sécurité relatives aux basses tensions

Cet instrument est conforme à la directive 2006/95/CE relative aux basses tensions et à la norme EN 61010-1 harmonisée.

TSQ Quantum Access

Directives CEM 89/336/CEE, 92/31/CEE, 93/68/CEE

La CEM a été évaluée par l'organisme de certification TUV Rheinland of North America, Inc.

EN 55011 : 1998, A1 : 1999, A2: 2002
EN 61000-3-2 : 2000
EN 61000-3-3 : 1995, A1 : 2001
EN 61000-4-2 : 2001
EN 61000-4-3 : 2002
EN 61000-4-4 : 1995, A1 : 2000, A2: 2001
EN 61000-4-5 : 2001
EN 61000-4-6 : 2003
EN 61000-4-11 : 2001
EN 61326 : 1997, A1 : 1998, A2: 2001, A3: 2003

FCC Classe A, CFR 47 Partie 15 : 2005
CISPR 11 : 1999, A1 : 1999, A2: 2002

Conformité aux normes de sécurité relatives aux basses tensions

Cet appareil est conforme à la Directive relative aux basses tensions EN 61010-1 : 2001 et à la norme harmonisée EN 61010-1 : 2001.

Déclaration de conformité FCC

CE PRODUIT EST CONFORME AUX EXIGENCES DE LA SECTION 15 DES RÈGLES DE LA FCC. SON UTILISATION EST SOUMISE AUX DEUX CONDITIONS SUIVANTES : (1) CE PRODUIT NE DOIT PAS PRODUIRE D'INTERFÉRENCES NUISIBLES ET (2) DOIT ACCEPTER TOUTES LES INTERFÉRENCES REÇUES, Y COMPRIS CELLES QUI RISQUENT D'OCCASIONNER UN FONCTIONNEMENT INDÉSIRABLE.

ATTENTION Il est indispensable de lire et de comprendre les différentes notes de mise en garde, signes et symboles contenus dans ce manuel et associés à l'usage et au fonctionnement sans danger de ce produit avant toute utilisation.

Mention relative au soulèvement et à la manipulation des instruments Thermo Scientific

Pour votre sécurité, et conformément aux réglementations internationales, la manipulation physique de cet instrument de Thermo Fisher Scientific ***exige la présence de plusieurs personnes***, notamment pour le soulever et/ou le déplacer. Cet instrument est trop lourd et/ou volumineux pour pouvoir être manipulé en toute sécurité par une seule personne.

Mention relative à l'utilisation appropriée des instruments Thermo Scientific

Conformément aux réglementations internationales : toute utilisation de cet instrument non conforme aux instructions de Thermo Fisher Scientific peut nuire à la protection qu'il offre.

Mention relative à la susceptibilité aux transmissions électromagnétiques

Votre instrument a été conçu pour fonctionner dans un environnement électromagnétique contrôlé. Ne pas utiliser de transmetteurs RF, comme les téléphones portables, à proximité.

Pour des informations relatives au site de fabrication, consulter l'étiquette fixée sur l'instrument.

WEEE Compliance

This product is required to comply with the European Union's Waste Electrical & Electronic Equipment (WEEE) Directive 2002/96/EC. It is marked with the following symbol:

Thermo Fisher Scientific has contracted with one or more recycling or disposal companies in each European Union (EU) Member State, and these companies should dispose of or recycle this product. See www.thermo.com/WEEERoHS for further information on Thermo Fisher Scientific's compliance with these Directives and the recyclers in your country.

WEEE Konformität

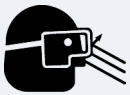
Dieses Produkt muss die EU Waste Electrical & Electronic Equipment (WEEE) Richtlinie 2002/96/EC erfüllen. Das Produkt ist durch folgendes Symbol gekennzeichnet:

Thermo Fisher Scientific hat Vereinbarungen mit Verwertungs-/Entsorgungsfirmen in allen EU-Mitgliedsstaaten getroffen, damit dieses Produkt durch diese Firmen wiederverwertet oder entsorgt werden kann. Mehr Information über die Einhaltung dieser Anweisungen durch Thermo Fisher Scientific, über die Verwerter, und weitere Hinweise, die nützlich sind, um die Produkte zu identifizieren, die unter diese RoHS Anweisung fallen, finden Sie unter www.thermo.com/WEEERoHS.

Conformité DEEE

Ce produit doit être conforme à la directive européenne (2002/96/EC) des Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques (DEEE). Il est marqué par le symbole suivant :

Thermo Fisher Scientific s'est associé avec une ou plusieurs compagnies de recyclage dans chaque état membre de l'union européenne et ce produit devrait être collecté ou recyclé par celles-ci. Davantage d'informations sur la conformité de Thermo Fisher Scientific à ces directives, les recycleurs dans votre pays et les informations sur les produits Thermo Fisher Scientific qui peuvent aider la détection des substances sujettes à la directive RoHS sont disponibles sur www.thermo.com/WEEERoHS.

CAUTION Symbol	CAUTION	VORSICHT	ATTENTION	PRECAUCIÓN	AVVERTENZA
	Electric Shock: This instrument uses high voltages that can cause personal injury. Before servicing, shut down the instrument and disconnect the instrument from line power. Keep the top cover on while operating the instrument. Do not remove protective covers from PCBs.	**Elektrischer Schlag:** In diesem Gerät werden Hochspannungen verwendet, die Verletzungen verursachen können. Vor Wartungsarbeiten muss das Gerät abgeschaltet und vom Netz getrennt werden. Betreiben Sie das Gerät nicht mit abgenommenem Deckel. Nehmen Sie die Schutzabdeckung von Leiterplatten nicht ab.	**Choc électrique :** L'instrument utilise des tensions capables d'infliger des blessures corporelles. Il doit être arrêté et débranché de la source de courant avant toute intervention. Ne pas utiliser l'instrument sans son couvercle. Ne pas enlever les étuis protecteurs des cartes de circuits imprimés.	**Descarga eléctrica:** Este instrumento utiliza altas tensiones que pueden causar lesiones. Antes de realizar tareas de mantenimiento, apague el instrumento y desconéctelo de la línea de alimentación eléctrica. No retire la cubierta superior mientras trabaja con el instrumento. No retire las cubiertas protectoras de las tarjetas TCI.	**Shock da folgorazione.** L'apparecchio è alimentato da corrente ad alta tensione che puo provocare lesioni fisiche. Prima di effettuare qualsiasi intervento di manutenzione occorre spegnere ed isolare l'apparecchio dalla linea elettrica. Non attivare lo strumento senza lo schermo superiore. Non togliere i coperchi a protezione dalle schede di circuito stampato (PCB).
	Chemical: This instrument might contain hazardous chemicals. Wear gloves when handling toxic, carcinogenic, mutagenic, or corrosive or irritant chemicals. Use approved containers and proper procedures to dispose waste oil.	**Chemikalien:** Dieses Gerät kann gefährliche Chemikalien enthalten. Tragen Sie Schutzhandschuhe beim Umgang mit toxischen, karzinogenen, mutagenen oder ätzenden/reizenden Chemikalien. Entsorgen Sie verbrauchtes Öl entsprechend den Vorschriften in den vorgeschriebenen Behältern.	**Produit chimique :** Des produits chimiques dangereux peuvent se trouver dans l'instrument. Porter des gants pour manipuler tous produits chimiques toxiques, cancérigènes, mutagènes, ou corrosifs/ irritants. Utiliser des récipients et des procédures homologués pour mettre au rebut les huiles usagées.	**Productos químicos:** El instrumento puede contener productos químicos peligrosos. Para manejar productos químicos tóxicos, cancerígenos, mutágenos, corrosivos o irritantes, utilice guantes. Para desechar el aceite residual, utilice contenedores homologados y procedimientos adecuados.	**Prodotti chimici.** Possibile presenza di sostanze chimiche pericolose nell'apparecchio. Indossare dei guanti per maneggiare prodotti chimici tossici, cancerogeni, mutageni, o corrosivi/irritanti. Utilizzare contenitori aprovo e seguire la procedura indicata per lo smaltimento dei residui di olio.
	Heat: Before servicing the instrument, allow any heated components to cool.	**Hitze:** Warten Sie erhitzte Komponenten erst, nachdem diese sich abgekühlt haben.	**Haute temperature :** Laisser refroidir les composants chauffés avant toute intervention.	**Altas temperaturas:** Antes de realizar tareas de mantenimiento, espere a que los componentes recalentados se enfríen.	**Calore.** Attendere che i componenti riscaldati si raffreddino prima di effetturare l'intervento di manutenzione.
	Fire: Use care when operating the system in the presence of flammable gases.	**Feuer:** Beachten Sie die einschlägigen Vorsichtsmaßnahmen, wenn Sie das System in Gegenwart von entzündbaren Gasen betreiben.	**Incendie :** Agir avec précaution lors de l'utilisation du système en présence de gaz inflammables.	**Fuego:** Tenga cuidado al trabajar con el sistema en presencia de gases inflamables.	**Incendio.** Adottare le dovute precauzioni quando si usa il sistema in presenza di gas infiammabili.
	**Eye Hazard:** Eye damage could occur from splattered chemicals or flying particles. Wear safety glasses when handling chemicals or servicing the instrument.	**Verletzungsgefahr der Augen:** Verspritzte Chemikalien oder kleine Partikel können Augenverletzungen verursachen. Tragen Sie beim Umgang mit Chemikalien oder bei der Wartung des Gerätes eine Schutzbrille.	**Danger pour les yeux :** Les projections chimiques, liquides ou solides, peuvent être dangereuses pour les yeux. Porter des lunettes de protection lors de toute manipulation de produit chimique ou intervention sur l'instrument.	**Riesgo ocular:** Las salpicaduras de productos químicos o las partículas flotantes en el aire pueden causar lesiones oculares. Para manejar productos químicos o realizar tareas de mantenimiento, utilice gafas de seguridad.	**Pericolo per la vista.** Gli schizzi di prodotti chimici o delle particelle presenti nell'aria potrebbero causare danni alla vista. Indossare occhiali protettivi quando si maneggiano prodotti chimici o si effettuano interventi di manutenzione sull'apparecchio.
	General Hazard: A hazard is present that is not included in the above categories. Also, this symbol appears on the instrument to refer the user to instructions in this manual.	**Allgemeine Gefahr:** Es besteht eine weitere Gefahr, die nicht in den vorstehenden Kategorien beschrieben ist. Außerdem wird dieses Symbol am Gerät selbst angebracht, um den Benutzer auf Anweisungen in diesem Handbuch hinzuweisen.	**Danger général :** Indique la présence d'un risque n'appartenant pas aux catégories citées plus haut. Ce symbole figure également sur l'instrument pour renvoyer l'utilisateur aux instructions du présent manuel.	**Riesgo general:** Significa que existe un peligro no incluido en las categorias anteriores. Este símbolo se utiliza también en el instrumento para remitir al usuario a las instrucciones de este manual.	**Pericolo generico.** Pericolo non compreso tra le precedenti categorie. Questo simbolo è utilizzato inoltre sull'apparecchio per segnalare all'utente di consultare le istruzioni descritte nel presente manuale.
	When the safety of a procedure is questionable, contact your local Technical Support organization for Thermo Fisher Scientific San Jose Products.	Wenn Sie sich über die Sicherheit eines Verfahrens im Unklaren sind, setzen Sie sich, bevor Sie fortfahren, mit ihrem lokalen Händler für Thermo Fisher Scientific San Jose Produkte in Verbindung.	Si la sûreté d'un procédure est incertaine, avant de continuer, contacter le plus proche Service Clientèle pour les produits de Thermo Fisher Scientific San Jose.	Cuando la seguridad de un procedimiento sea cuestionable, póngase en contacto con el servicio de asistencia técnica local para los productos de Thermo Fisher Scientific San Jose.	Quando e in dubbio la misura di sicurezza per una procedura, prima di continuare, si prega di mettersi in contatto con il Servizio di Assistenza Tecnica locale per i prodotti di Thermo Fisher Scientific San Jose.

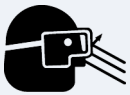
CAUTION Symbol	CAUTION	危険警告	危险警告
	Electric Shock: This instrument uses high voltages that can cause personal injury. Before servicing, shut down the instrument and disconnect the instrument from line power. Keep the top cover on while operating the instrument. Do not remove protective covers from PCBs.	**電撃：**この計測器は高電圧を使用し、人体に危害を与える可能性があります。保守・修理は、必ず操業を停止し、電源を切ってから実施して下さい。上部カバーを外したままで 計測器を使用しないで下さい。プリント配線板の保護カバーは外さないで下さい。	**电击：**仪器设备使用会造成人身伤害的高付电压。在维修之前，必须先关闭仪器设备并切断电源。务必要在顶盖盖上的情况下操作仪器。请勿拆除 **PCB** 保护盖。
	Chemical: This instrument might contain hazardous chemicals. Wear gloves when handling toxic, carcinogenic, mutagenic, or corrosive or irritant chemicals. Use approved containers and proper procedures to dispose waste oil.	**化学物質：**危険な化学物質が計測器中に存在している可能性があります。毒性、発がん性、突然変異性、腐食・刺激性などのある薬品を取り扱う際は、手袋を着用して下さい。廃油の処分には、規定の容器と手順を使用して下さい。	**化学品：**仪器设备中可能存在有危险性的化学物品。接在触毒性致癌、诱变或腐蚀 / 刺激性化学品时，请佩戴手套。处置废油时，请使用经过许可的容器和程序。
	Heat: Before servicing the instrument, allow any heated components to cool.	**熱：**熱くなった部品は冷えるのを待ってから保守・修理を行って下さい。	**高温：**请先等高温零件冷却之后再进行维修。
	Fire: Use care when operating the system in the presence of flammable gases.	**火災：**可燃性のガスが存在する場所でシステムを操作する場合は、充分な注意を払って下さい。	**火灾：**在有易燃气体的场地操作该系统时，请务必小心谨慎。
	**Eye Hazard:** Eye damage could occur from splattered chemicals or flying particles. Wear safety glasses when handling chemicals or servicing the instrument.	**眼に対する危険：**化学物質や微粒子が飛散して眼を傷つける危険性があります。化学物質の取り扱い、あるいは計測器の保守・修理に際しては防護眼鏡を着用して下さい。	**眼睛伤害危险：**飞溅的化学品或颗粒可能造成眼睛伤害。处理化学品或维修仪器设备时请佩戴安全眼镜。
	General Hazard: A hazard is present that is not included in the above categories. Also, this symbol appears on the instrument to refer the user to instructions in this manual.	**一般的な危険：**この標識は上記以外のタイプの危険が存在することを示します。また、計測器にこの標識がついている場合は、本マニュアル中の指示を参照して下さい。	**一般性危险：**说明未包括在上述类别中的其他危险。此外，仪器设备上使用这个标志，以指示用户本使用手册中的说明。
	When the safety of a procedure is questionable, contact your local Technical Support organization for Thermo Fisher Scientific San Jose Products.	**安全を確保する手順がよくわからない時は、作業を一時中止し、お近くのサーモエレクトロンサンローゼプロダクトのテクニカールサポートセンターごご連絡ください。**	如对安全程序有疑问，请在操作之前与当地的菲尼根技术服务中心联系。

Table des matières

Préface . . . . . **xv**
À propos de ce guide xv
Documentation connexe xv
Mises en garde de sécurité et autres notices spéciales xv
Précautions de sécurité xvi
Exigences relatives à la pureté des gaz et des solvants xvii
Philosophie de maintenance xvii
Niveau des réparations xviii
Nous contacter xviii

Chapitre 1 Introduction **1**
Modes d'ionisation 3
Modes de polarité des ions 3
Modes de balayage 3
Modes de balayage Q1MS et Q3MS 5
Mode de balayage des ions produits 5
Mode de balayage des ions parents 6
Mode de balayage de perte de neutre 8
Mode de balayage dépendant des données 10
Types de balayage 10
Balayage complet (Full Scan) 10
SIM (Selected Ion Monitoring, suivi d'ion sélectionné) 11
SRM (Selected Reaction Monitoring, suivi de réaction sélectionnée) 11
AutoSIM 12
Types de données 12
Profil 12
Centroïde 12
Plage de masse/charge 12

Chapitre 2 Description des fonctions **13**
Échantillonneur automatique 14
Chromatographe en phase liquide (LC) 15
Pompe seringue 15
Vanne de dérivation/injection 16
Spectromètre de masse 18
Commandes et témoins 18
Source API 21
Interface avec la source d'ions 22
Système d'optique ionique 23
Analyseur de masse 27

Système de détection des ions 34
Matériel associé au système de vide et aux gaz d'admission. 35
Assemblages électroniques 41
Ordinateur. 43
Matériel associé à l'ordinateur 43
Interface ordinateur / spectromètre de masse / LC 43
Interface ordinateur / réseau local 44
Imprimante 44

Chapitre 3 Arrêt, démarrage et réinitialisation du système 47
Arrêt d'urgence du système 47
Activation du mode de veille du système 49
Arrêt complet du système. 50
Redémarrage du système après un arrêt complet 51
Démarrage de la LC. 51
Démarrage de l'ordinateur 52
Démarrage du spectromètre de masse. 52
Démarrage de l'échantillonneur automatique. 53
Réglage des conditions d'utilisation 53
Réinitialisation du spectromètre de masse 54
Réinitialisation de l'ordinateur. 55
Réinitialisation de l'ordinateur à l'aide de la procédure d'arrêt et de redémarrage de Windows 55
Réinitialisation de l'ordinateur via sa mise hors et sous tension 55
Arrêt de composants sélectionnés du spectromètre de masse 56

Chapitre 4 Utilisation quotidienne 59
Tâches à effectuer avant d'utiliser le système TSQ 59
Vérification du niveau d'argon et d'azote 60
Vérification de l'absence d'allongement du tube d'échantillonnage en silice fondue 60
Vérification des niveaux de vide du système 60
Tâches à effectuer après avoir utilisé le système TSQ 62
Rinçage de la ligne de transfert des échantillons, du tube d'échantillonnage et de la sonde API. 62
Activation du mode de veille du système 64
Nettoyage du cône de balayage ionique et du tube de transfert des ions 64
Vidage du flacon des solvants usés 64

Chapitre 5 Retrait et remontage du boîtier de la source d'ions. 65
Retrait du boîtier de source d'ions Ion Max ou Ion Max-S. 65
Installation du boîtier de la source Ion Max ou Ion Max-S 67
Maintenance des boîtiers de source Ion Max et Ion Max-S 68

Chapitre 6 Entretien 69
Fréquence de nettoyage 72
Entretien du cône de balayage ionique et du tube de transfert des ions 73
Retrait et nettoyage du tube de transfert des ions 73

Entretien de l'interface avec la source d'ions. 75
Arrêt du système et du pompage 76
Retrait du boîtier de source d'ions Ion Max ou Ion Max-S. 76
Retrait de l'interface avec la source d'ions. 76
Retrait de la lentille S-lens et de la lentille de sortie (TSQ Vantage) 77
Nettoyage de la lentille S-lens et de la lentille de sortie (TSQ Vantage) 78
Dépose de la lentille tubulaire et du skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra) 78
Nettoyage de la lentille tubulaire et du skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra) 79
Réassemblage de la lentille S-lens et de la lentille de sortie (TSQ Vantage). 80
Remontage de la lentille tubulaire et du skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra) 80
Réassemblage de l'interface avec la source d'ions 81
Remontage du boîtier de la source Ion Max ou Ion Max-S 81
Redémarrage du système 81
Nettoyage du système d'optique ionique Q00 82
Arrêt du système et du pompage 82
Dépose du boîtier de la source d'ions Ion Max ou Ion Max-S 82
Retrait de l'interface avec la source d'ions. 82
Retrait de la cage du système d'optique ionique 83
Démontage de l'assemblage de la cage du système d'optique ionique 87
Nettoyage des lentilles Q00 et L0 88
Remontage de l'assemblage de la cage du système d'optique ionique 89
Remontage de l'assemblage de la cage du système d'optique ionique 90
Réassemblage de l'interface avec la source d'ions 91
Remontage du boîtier de la source d'ions Ion Max ou Ion Max-S 91
Redémarrage du système 91
Entretien de la pompe primaire 92
Nettoyage des filtres des ventilateurs 92

Chapitre 7 Tests de diagnostic et remplacement des cartes de circuits imprimés et des assemblages 95
Exécution des tests de diagnostic du système TSQ. 96
Remplacement d'un fusible 97
Remplacement des cartes de circuits imprimés et des alimentations 97

Chapitre 8 Pièces remplaçables 99
Kit d'accessoires MS 99
Kit d'accessoires spécifique aux instruments TSQ Vantage 100
Kit d'accessoires spécifique aux instruments TSQ Quantum Ultra, Ultra AM et Ultra EMR 100
Kit de la sonde HESI-II 101
Kit d'accessoires spécifique aux instruments TSQ Quantum Access. 101
Kit de composés d'étalonnage de masse précis TSQ. 101
Raccords, ferrules et boucles d'échantillonnage 101

Index 103

Préface

À propos de ce guide

Ce *Manuel du matériel de la gamme TSQ* manuel donne une description de l'utilisation du système TSQ et de ses principaux composants. Il fournit également toutes les instructions à suivre dans le cadre des procédures de nettoyage et de maintenance de votre spectromètre de masse.

Documentation connexe

En complément de ce manuel, Thermo Fisher Scientific propose également les ouvrages suivants pour les spectromètres de masse de la série TSQ :

- *Guide de pré-installation de la gamme TSQ*
- *Guide de connexion de la gamme TSQ*
- *Guide de démarrage rapide*
- *Manuel d'utilisation de la sonde H-ESI*
- *Manuel d'utilisation de la sonde HESI-II*
- *Manuel du matériel de la source API Ion MAX et Ion MAX-S*
- Aide accessible via le logiciel

Mises en garde de sécurité et autres notices spéciales

Assurez-vous de suivre toutes les consignes de sécurité présentées dans ce manuel. Les mises en garde de sécurité et autres notices spéciales apparaissent dans des encadrés.

Elles incluent notamment ce qui suit :

MISE EN GARDE Signale des dangers potentiels pour les personnes, les équipements ou l'environnement. Chaque notice ATTENTION est accompagnée du symbole de mise en garde correspondant.

IMPORTANT Signale des informations importantes destinées à prévenir toute altération logicielle, perte de données ou résultat d'essai non valide ; peut également souligner des informations essentielles à l'optimisation des performances du système.

Remarque Signale des informations d'intérêt général.

Conseil Signale des informations utiles qui peuvent simplifier l'exécution d'une tâche.

Précautions de sécurité

Respectez les consignes de sécurité suivantes lorsque vous utilisez le spectromètre de masse ou effectuez un intervention de maintenance sur l'instrument.

MISE EN GARDE N'effectuer aucune intervention de maintenance autre que celles décrites dans le Manuel du matériel de la gamme TSQ. Pour éviter des blessures corporelles ou des dégâts occasionnés à l'instrument, il convient de n'effectuer aucune intervention de maintenance autre que celles décrites dans le *Manuel du matériel de la gamme TSQ* ou les ouvrages associés à moins d'être dûment habilité pour cela.

MISE EN GARDE Avant toute intervention de maintenance, arrêter et débrancher l'instrument de la source de courant. Celui-ci utilise des tensions élevées capables d'infliger des blessures corporelles. Certaines procédures de maintenance exigent l'arrêt et la mise hors tension du spectromètre de masse avant toute intervention. Ne pas utiliser le spectromètre de masse sans ses capots. Ne pas enlever les étuis protecteurs des cartes de circuits imprimés.

MISE EN GARDE Respecter les zones chauffées. En toute occasion, les zones chauffées doivent faire l'objet de la plus grande attention. Le tube de transfert et le vaporisateur APCI peuvent être très chauds et occasionner des brûlures en cas de contact cutané. Laisser refroidir les composants chauffés avant toute intervention de maintenance.

MISE EN GARDE Avant d'ouvrir la source API (Atmospheric Pressure Ionization), mettre le spectromètre de masse en mode veille (ou sur la position d'arrêt - Off) Lorsque le spectromètre de masse est sous tension, la présence d'oxygène atmosphérique dans la source API peut être dangereuse (Le système TSQ met automatiquement hors tension le spectromètre de masse en cas d'ouverture de la source API. Il est cependant préférable de le placer en mode veille à titre de précaution supplémentaire.)

MISE EN GARDE Prévoir un système d'extraction/évacuation des vapeurs. Il vous incombe d'installer un système d'extraction/évacuation des vapeurs adapté. La pompe primaire peut libérer des rejets d'échantillons ou de solvants introduits dans le spectromètre de masse TSQ. Il convient donc de la raccorder à un système d'évacuation des vapeurs dédié. Se reporter aux réglementations locales en vigueur pour connaître la méthode d'extraction des vapeurs applicable à votre système.

MISE EN GARDE Prendre les précautions requises lors du changement d'huile de la pompe à vide. Traiter avec précaution les réservoirs d'huile usagée de la pompe à vide et d'huile de la pompe. Des composés dangereux introduits dans le système peuvent se dissoudre dans l'huile de la pompe. Toujours utiliser des récipients et des procédures homologués pour mettre au rebut les huiles usagées. Il convient de décontaminer les pompes utilisées avec des systèmes d'analyse de produits chimiques toxiques, cancérigènes, mutagènes ou corrosifs/irritants et d'attester de l'élimination des risques de contamination avant toute réparation ou réglage de la pompe effectué par un technicien d'entretien Thermo Fisher Scientific San Jose ou son retour à l'usine à des fins de maintenance.

Exigences relatives à la pureté des gaz et des solvants

Vous devez utiliser les solvants les plus purs disponibles. Le spectromètre de masse TSQ est extrêmement sensible aux impuretés des solvants. Certaines ne sont pas identifiées par les détecteurs UV/Visible, mais le spectromètre de masse TSQ les détecte sans aucune difficulté. L'indication d'usage des solvants pour la chromatographie liquide constitue le niveau de pureté minimum acceptable. Il est recommandé de préférer des solvants de niveau de pureté supérieur. L'usage d'eau distillée est également recommandé. L'eau déionisée contient des substances chimiques et son usage est déconseillé.

La liste suivante répertorie les sources internationales susceptibles de fournir des solvants de haute qualité :

Source d'approvisionnement en solvants	Numéro de téléphone
Fisher Global Chemicals	Tél : (800) 766-7000
Mallinckrodt/Baker, Inc.	Tél : (800) 582-2537 Fax : (908) 859-9370
Burdick & Jackson, Inc.	Tél : (800) 368-0050 Fax : (616) 725-6216

Le spectromètre de masse TSQ utilise l'argon comme gaz de collision. Le niveau de pureté de celui-ci doit être extrêmement élevé (99,995 %) et sa pression de 135 ± 70 kPa (20 ± 10 psig). Thermo Fisher Scientific a pu observer que les filtres à particules sont souvent contaminés, c'est pourquoi l'utilisation de ces derniers n'est pas recommandée.

Philosophie de maintenance

Assurer la maintenance du système TSQ consiste à exécuter les procédures requises pour assurer les standards de performances du système, prévenir toute panne de celui-ci, rétablir son état fonctionnel, ou tout ce qui précède. Les procédures de maintenance de routine et préventives sont présentées dans ce manuel.

Il incombe à l'utilisateur d'assurer la maintenance de routine et préventive du système pendant et après la période de garantie. Une maintenance régulière permet d'augmenter la durée de vie du système tout en augmentant sa disponibilité et en favorisant l'obtention de performances optimales.

Seul un technicien d'entretien Thermo Fisher Scientific est habilité à entreprendre les tâches de maintenance qui ne sont pas présentées dans ce manuel.

Niveau des réparations

La philosophie de maintenance de Thermo Fisher Scientific concernant le système TSQ s'applique au dépannage du moindre composant, ensemble ou module répertorié au Chapitre 8, Pièces remplaçables.

Pannes mécaniques : Les ensembles mécaniques peuvent généralement être réparés jusqu'au niveau du moindre élément répertorié au Chapitre 8, Pièces remplaçables.

Nous contacter

Pour nous contacter Thermo Fisher Scientific et obtenir les informations dont vous avez besoin, plusieurs solutions :

❖ **Pour contacter l'assistance clientèle**

Téléphone	800-532-4752
Fax	561-688-8736
Courriel	us.techsupport.analyze@thermofisher.com
Base de connaissances	www.thermokb.com

Télécharger les mises à jour et utilitaires logiciels à l'adresse mssupport.thermo.com.

❖ **Pour contacter le service clientèle afin d'obtenir des informations sur la commande**

Téléphone	800-532-4752
Fax	561-688-8731
Courriel	us.customer-support.analyze@thermofisher.com
Site Web	www.thermo.com/ms

❖ **Pour obtenir un exemplaire des manuels via Internet**

Consulter le site mssupport.thermo.com et cliquez sur **Customer Manuals** (Manuels destinés aux clients) dans la marge gauche de la fenêtre.

❖ **Pour envoyer des commentaires ou suggestions concernant la documentation ou l'aide**

- Cliquez sur le lien ci-dessous pour répondre à une brève enquête sur ce document. Merci par avance pour votre aide.

- Envoyer un courrier électronique au responsable des publications techniques à l'adresse techpubs-lcms@thermofisher.com.

Introduction

Les spectromètres de masse de la série TSQ™ font partie de la gamme des spectromètres de masse Thermo Scientific. Le spectromètre de masse TSQ est un instrument d'analyse de pointe composé d'une pompe seringue, d'une vanne de dérivation/injection, d'un spectromètre de masse et du logiciel Xcalibur™.

Contenu

- Modes d'ionisation
- Modes de polarité des ions
- Modes de balayage
- Types de balayage
- Types de données
- Plage de masse/charge

Au cours d'une analyse standard, plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour introduire un échantillon :

- À l'aide de la pompe seringue (perfusion directe)
- À l'aide de la vanne de dérivation/injection, d'une boucle d'échantillonnage et d'un chromatographe en phase liquide ou LC (analyse par injection de flux)
- À l'aide de la vanne de dérivation/injection et d'une colonne HPLC (LC/MS)

Au cours d'une analyse standard, un chromatographe en phase liquide (LC) assure l'introduction de l'échantillon. C'est également lui qui effectue la séparation des différents composés de l'échantillon. Ces composés sont alors transférés de la LC vers le spectromètre de masse où ils sont analysés.

L'analyse par perfusion directe ou injection de flux ne permettent pas la séparation chromatographique des composés de l'échantillon avant que celui-ci ne soit parvenu au spectromètre de masse. Les données générées par le spectromètre de masse sont ensuite stockées dans l'ordinateur où s'effectue leur traitement.

Le spectromètre de masse TSQ utilise une source d'ionisation chimique à pression atmosphérique (API - Atmospheric Pressure Ionization), un système d'optique ionique, un analyseur de masse à trois étages et un système de détection des ions. Un tube de vide protège le système d'optique ionique, l'analyseur de masse, le système de détection des ions et une partie de la source API. L'ionisation chimique de l'échantillon intervient au niveau de la source API. Le processus spécifique utilisé à cette fin est communément appelé le mode d'ionisation. Le système d'optique ionique transmet les ions produits au niveau de la source d'ions à l'analyseur de masse où ils vont être séparés en fonction de leur rapport masse/charge. La polarité des potentiels appliqués aux lentilles dans la source d'ions et dans le système

d'optique détermine si des ions positifs ou négatifs sont transmis à l'analyseur de masse. Il est possible de configurer le spectromètre de masse TSQ pour l'analyse des ions positifs ou des ions négatifs (cette fonction est appelée mode de polarité ions positifs ou négatifs).

L'analyseur de masse à trois étages du spectromètre TSQ exécute l'analyse de masse en une ou deux étapes :

- Le système TSQ est utilisé comme un spectromètre de masse conventionnel dont l'analyse s'effectue en une seule étape. Dans la source d'ions s'effectue l'ionisation de l'échantillon et les ions générés font l'objet de l'analyse de masse au niveau du premier assemblage de barreaux. Le deuxième et le troisième assemblage de barreaux transmettent les ions sélectionnés en masse au système de détection.[1]
- Le système TSQ est utilisé comme un spectromètre de masse en tandem dont l'analyse s'effectue en deux étapes. Dans la source d'ions s'effectue l'ionisation de l'échantillon et les ions générés font l'objet de l'analyse de masse au niveau du premier assemblage de barreaux. Cette fois, cependant, les ions sélectionnés en masse qui arrivent du premier assemblage de barreaux entrent en collision avec un gaz inerte au niveau du deuxième assemblage et se fragmentent pour former un nouveau groupe d'ions appelés ions produits. Une chambre, appelée cellule de collision, existe au niveau du deuxième assemblage de barreaux. Cette cellule peut être pressurisée au moyen d'un gaz inerte. Les ions produits font alors l'objet d'une nouvelle analyse de masse à leur arrivée dans le troisième assemblage de barreaux afin de détecter les ions sélectionnés. L'approche de l'analyse de masse en deux étapes offre une meilleure spécificité chimique que celle en une seule étape du fait de la capacité du système à sélectionner et déterminer deux groupes discrets de masses associés.

Au cours de l'analyse de masse en une seule étape, les systèmes TSQ peuvent être utilisés pour déterminer les structures de composés organiques purs ou présents dans des mélanges. En outre, avec l'analyse de masse en deux étapes, le spectromètre peut fragmenter et séparer chaque fragment ionique de molécule formé dans la source de façon à reconstituer la structure de la molécule, morceau par morceau. Les systèmes TSQ permettent ainsi d'étudier toutes les possibilités de formation et de fragmentation de chaque ion du spectre de masse.

Le processus d'analyse en deux étapes et la réduction du bruit chimique dans le spectre de masse final qui en résulte, garantissent une meilleure sélectivité et sensibilité.

Chaque séquence d'analyse de masse en deux ou trois étapes des ions est appelée balayage. Le spectromètre de masse TSQ utilise plusieurs modes et types de balayage pour filtrer, fragmenter ou transmettre les ions à l'analyseur. Combinée aux modes d'ionisation et de polarité des ions, la possibilité de changer de mode et de type balayage assure une grande souplesse d'utilisation de l'instrument pour résoudre les problèmes d'analyse complexes.

[1] L'instrument peut également être utilisé comme spectromètre de masse à un seul étage et, dans ce cas, les ions sont transmis à travers les premier et deuxième assemblages de barreaux pour être ensuite analysés au niveau du troisième quadripôle.

Modes d'ionisation

La source API (atmospheric pressure ionization) forme des ions échantillons en phase gazeuse à partir de molécules échantillons d'élution du LC, ou introduits par la pompe seringue. Vous pouvez utiliser la source API source en mode ionisation par électrospray (ESI), ionisation par électrospray à chaud (H-ESI), ionisation par nano-spray (NSI), photo-ionisation à pression atmosphérique (APPI) ou ionisation chimique à pression atmosphérique (APCI). Pour plus d'informations sur les modes d'ionisation, consultez le *Manuel du matériel de la source API Ion Max et Ion Max-S,* le *Manuel de l'opérateur de la sonde HESI-II,* le *Manuel de l'opérateur de la sonde H-ESI,* le *Manuel de l'opérateur de la source APPI Ion Max,* ou le *Manuel de l'opérateur de la source d'ions nano-spray.*

Modes de polarité des ions

Vous pouvez utiliser le spectromètre de masse TSQ dans l'un des deux modes de polarité des ions suivants : positif ou négatif. Les ions positifs et négatifs sont formés dans la source d'ions du spectromètre. Le spectromètre de masse TSQ peut être configuré pour transmettre soit les ions positifs soit les ions négatifs à l'analyseur en changeant la polarité des potentiels appliqués à la source d'ions et au système d'optique. Le système d'optique transfère les ions produits au niveau de la source d'ions, dans un faisceau collimaté, vers l'analyseur.

Les informations obtenues à partir d'un spectre de masse d'ions positifs diffèrent de celles fournies par un spectre d'ions négatifs tout en les complétant. La possibilité d'obtenir à la fois les spectres d'ions positifs et négatifs constitue donc une aide précieuse dans le cadre de l'analyse qualitative de vos échantillons. Vous pouvez sélectionner le mode de polarité des ions et le mode d'ionisation de façon à obtenir un niveau de sensibilité optimal pour l'analyte étudié.

Modes de balayage

Le spectromètre de masse TSQ propose un grand choix de modes de balayage. Les modes de balayage les plus utilisés peuvent être répartis dans deux catégories : les modes de balayage MS (Mass Spectrometry) simples et les modes de balayage combinés MS/MS. Les différents modes disponibles dans chaque catégorie sont les suivants :

- Modes de balayage MS : Modes de balayage Q1MS et Q3MS
- Modes de balayage MS/MS : mode de balayage des ions produits, mode de balayage des ions parents, mode de balayage perte de neutre
- Mode de balayage dépendant des données

Les modes de balayage susceptibles d'être utilisés dépendent du nombre et du type d'assemblage de barreaux impliqués et des tensions appliquées à ces derniers.

L'analyseur de masse du système TSQ est doté de trois assemblages de barreaux.[2] Les premier et le troisième assemblages, Q1 et Q3, sont des quadripôles, et le deuxième assemblage, Q2, un quadripôle carré.

Les assemblages de barreaux peuvent être utilisés à deux fins différentes :

- En tant que dispositifs de transmission des ions
- En tant qu'analyseurs de masse

En cas d'application exclusive d'une tension RF, un assemblage de barreaux agit en tant que dispositif de transmission des ions et assure le transport de tous les ions inclus dans une vaste plage de rapports masse/charge (autrement dit, la quasi-totalité des ions présents).

En cas d'application combinée de tensions RF et CC à un assemblage de barreaux, la séparation des ions de rapports masse/charge différents devient possible. Cette séparation permet à l'assemblage de barreaux de jouer le rôle d'analyseur de masse.

Sur le spectromètre de masse TSQ, les assemblages de barreaux quadripôlaires peuvent être utilisés avec des tensions RF et CC ou exclusivement avec une tension RF. De ce fait, il est possible d'utiliser les assemblages Q1 et Q3 comme analyseurs de masse ou comme dispositifs de transmission des ions, selon les besoins. L'assemblage de barreaux Q2 fonctionne uniquement avec une tension RF. Par conséquent, il est toujours utilisé comme dispositif de transmission des ions. Pour un récapitulatif du fonctionnement des assemblages de barreaux dans les principaux modes de balayage, reportez-vous au Tableau 1.

Tableau 1. Récapitulatif des modes de balayage

Mode de balayage	Quadripôle Q1	Q2 cellule de collision	Quadripôle Q3
Q1MS	Balayage[a]	Transmission de tous les ions[b]	Transmission de tous les ions
Q3MS	Transmission de tous les ions	Transmission de tous les ions	Balayage
Ions produits	Consigne[c]	Fragmentation des ions [d], puis transmission de tous les fragments	Balayage
Ions parents	Balayage	Fragmentation des ions, puis transmission de tous les fragments	Consigne
Perte de neutre	Balayage	Fragmentation des ions, puis transmission de tous les fragments	Balayage

[a]Balayage = balayage complet ou transmission des ions sélectionnés

[b]Transmission de tous les ions ou fragments d'ions = transmission des ions ou fragments d'ions compris dans une vaste plage de rapports masse/charge

[c]Consigne = réglage de l'instrument pour autoriser la transmission des ions d'un rapport masse/charge spécifique ou pour un ensemble de rapports masse/charge

[d]Fragmentation des ions = la collision des ions avec l'argon provoque leur fragmentation

[2] Un assemblage de barreaux est un ensemble de barreaux métalliques. Reportez-vous à la section « Analyseur de masse » à la page 27 pour une description des assemblages de barreaux utilisés sur le spectromètre de masse TSQ Quantum.

Modes de balayage Q1MS et Q3MS

Les modes de balayage Q1MS et Q3MS permettent d'effectuer une analyse de masse en une seule étape. Le spectre de masse obtenu est semblable à celui produit par un instrument équipé d'un seul analyseur de masse. Au cours de la seule étape d'analyse, les ions formés au niveau de la source d'ions pénètrent dans l'assemblage qui officie en tant qu'analyseur. Pour obtenir un spectre de masse complet, le système procède au balayage de l'un des analyseurs (Q1 ou Q3). Les autres assemblages de barreaux (Q2 et Q3 ou Q1 et Q2, respectivement) servent de dispositifs de transmission des ions. En mode de balayage Q1MS, Q1 est utilisé comme analyseur de masse ; en mode Q3MS, l'assemblage Q3 fait office d'analyseur de masse.

Mode de balayage des ions produits

Le mode de balayage des ions produits effectue une analyse en deux étapes. Au cours de la première étape, les ions formés dans la source d'ions pénètrent dans l'assemblage Q1, qui est réglé pour transmettre les ions d'un rapport masse/charge donné. Les ions sélectionnés à cette étape de l'analyse sont appelés les ions parents. (Q1 est donc considéré comme l'analyseur de masse des ions parents et le rapport masse/charge des ions qu'il transmet est appelé masse définie pour les ions parents.) Les ions parents sélectionnés par l'assemblage Q1 arrivent ensuite au niveau de l'assemblage Q2, lequel est contenu dans une cellule de collision.

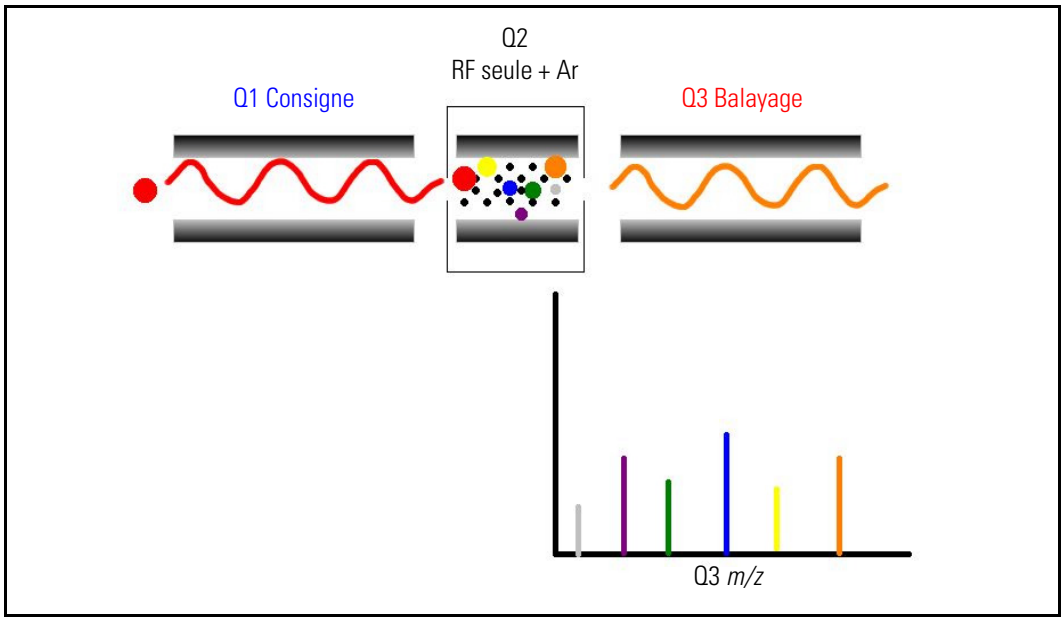
Remarque Par commodité, lorsqu'il est fait référence aux premier, deuxième et troisième assemblages en tant que composants matériels, les noms Q1, Q2, et Q3 peuvent être utilisés respectivement. Toutefois, par souci de clarté pour la présentation de leur fonction respective dans les modes de balayage MS/MS, les expressions « analyseur de masse des ions parents », « cellule de collision » (dispositif de transmission des ions entouré par la cellule de collision) et « analyseur de masse des ions produits » peuvent être préférées.

Au cours de la deuxième étape de l'analyse, les ions présents dans la cellule de collision peuvent être fragmentés afin de générer des ions produits. Deux processus permettent de générer des ions produits : la décomposition unimoléculaire des ions métastables et l'interaction avec un gaz de collision (argon) présent dans la cellule de collision. Cette dernière méthode est communément appelée dissociation induite par collision (CID - Collision-induced Dissociation). Les ions formés dans la cellule de collision pénètrent ensuite dans l'assemblage Q3 (l'analyseur de masse des ions produits) où débute la deuxième étape de l'analyse. Le système procède alors au balayage de Q3 afin d'obtenir un spectre de masse décrivant les ions produits générés suite à la fragmentation de l'ion parent sélectionné.

Le spectre de masse obtenu en mode de balayage des ions produits (spectre de masse des ions produits) correspond au spectre de masse de l'ion parent sélectionné.

La Figure 1 illustre le mode de balayage des ions produits.

Figure 1. Illustration du mode de balayage des ions produits



Mode de balayage des ions parents

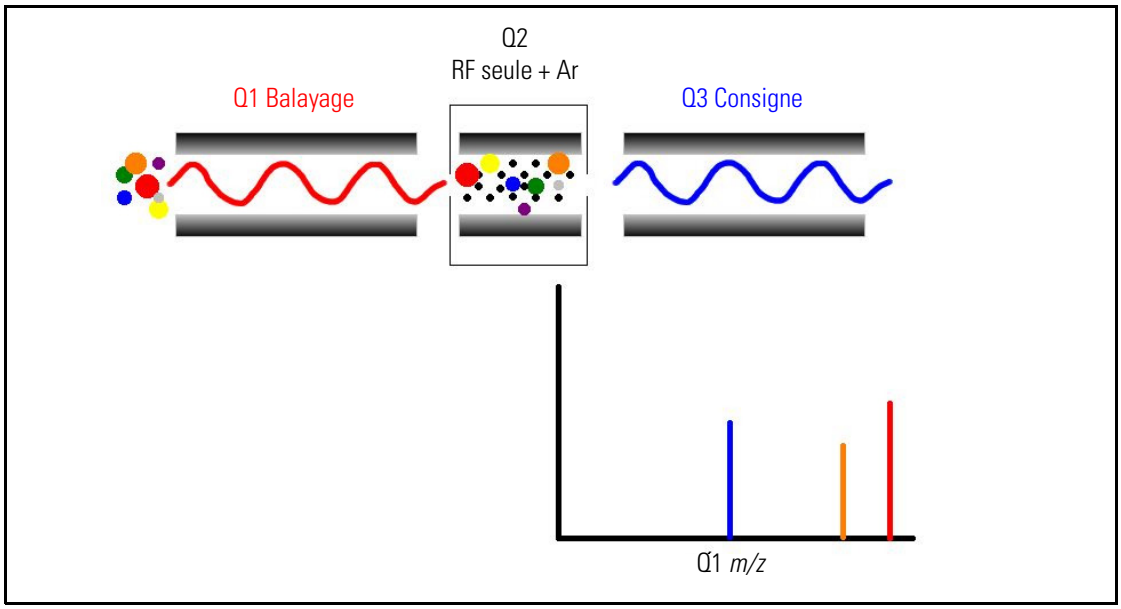
Le mode de balayage des ions parents effectue également une analyse en deux étapes. Au cours de la première étape, les ions formés dans la source d'ions sont transportés dans l'analyseur de masse des ions parents qui, après balayage, transmet séquentiellement les ions parents à la cellule de collision.

Au cours de la deuxième étape de l'analyse, dans la cellule de collision, les ions parents peuvent être fragmentés pour générer des ions produits via la technique de décomposition unimoléculaire des ions métastables ou la technique de dissociation induite par collision. Les ions formés dans la cellule de collision pénètrent ensuite dans l'analyseur de masse des ions produits d'où est transmis un ion produit sélectionné. La masse définie pour les ions produits correspond au rapport masse/charge des ions transmis par l'analyseur de masse des ions produits.

Le spectre obtenu montre tous les ions parents qui se sont fragmentés pour générer l'ion produit sélectionné. Notez que pour le spectre de masse obtenu en mode de balayage des ions parents (spectre de masse des ions parents), les données relatives à l'axe du rapport masse/charge proviennent de Q1 (les ions parents), alors que celles utilisées pour l'axe de l'intensité ionique sont fournies par Q3 (après suivi de l'ion produit).

La Figure 2 illustre le mode de balayage des ions parents.

Figure 2. Illustration du mode de balayage des ions parents



Les expériences basées sur l'utilisation du mode de balayage des ions parents (expériences sur les ions parents) peuvent être exploitées dans le cadre d'études de structure et de fragmentation, ainsi que pour les analyses de recherche sur des mélanges. En général, les expériences sur les ions parents permettent de détecter tous les composés qui se décomposent en un fragment commun. Elles sont très utiles pour la détection rapide de groupes d'homologues structurels (par exemple, hydrocarbures aromatiques de substitution, phtalates, stéroïdes ou acides gras) qui partagent un ion fragment commun (par exemple, l'ion *m/z* 149 pour les phtalates).

Mode de balayage de perte de neutre

En mode de balayage de perte de neutre, les deux analyseurs de masse (Q1 et Q3) sont reliés de façon à permettre leur balayage à la même vitesse pour des plages de masses de même ordre de grandeur. Les plages de masses respectives présentent cependant un décalage de masse donnée pour que l'analyseur des ions produits effectue le balayage d'un nombre d'unités de masse inférieur à celui de l'analyseur des ions parents.

Dans ce mode de balayage, l'analyse s'effectue donc en deux étapes. Au cours de la première étape, l'analyseur de masse des ions parents sépare les ions formés dans la source d'ions en fonction de leur rapport masse/charge. Les ions sont ensuite transférés progressivement dans la cellule de collision.

La deuxième étape permet de fragmenter les ions présents dans la cellule de collision via la technique de décomposition des ions métastables ou la CID afin de former des ions produits. L'analyseur de masse des ions produits procède ensuite à la séparation de ces ions produits en fonction de leur rapport masse/charge. La Figure 3 illustre le mode de balayage de perte de neutre. Des exemples de composés partageant un fragment commun de perte de neutre sont illustrés à la Figure 4.

Pour qu'un ion soit détecté, entre le moment où il part de Q1 et pénètre dans Q3, il doit avoir perdu un fragment neutre dont la masse (la masse de perte de neutre) est égale à la différence des plages de masses balayées par les deux analyseurs. Un spectre de masse de perte de neutre est donc un spectre qui décrit tous les ions parents qui ont perdu un fragment neutre d'une masse donnée.

Notez qu'il est possible de réaliser une expérience de gain (ou association) de neutre dans le cadre de laquelle la plage de masse balayée par Q3 est décalée d'une masse donnée de façon à être supérieure à la plage balayée par Q1.

Pour le spectre de masse de perte de neutre (ou de gain de neutre), et comme pour le spectre de masse des ions parents, Q1 (ions parents) fournit les données relatives à l'axe du rapport masse/charge et Q3 (ion produit surveillé) celles relatives à l'axe de l'intensité ionique.

Les expériences basées sur le mode de balayage de perte de neutre (expériences sur la perte de neutre) sont utiles pour l'étude d'une caractéristique commune d'un grand nombre de composés. Les fragments neutres sont souvent issus de groupes fonctionnels substitués (par exemple CO_2 pour les acides carboxyliques, CO pour les aldéhydes, HX pour les halogénures ou encore H_2O pour les alcools).

Figure 3. Illustration du mode de balayage de perte de neutre

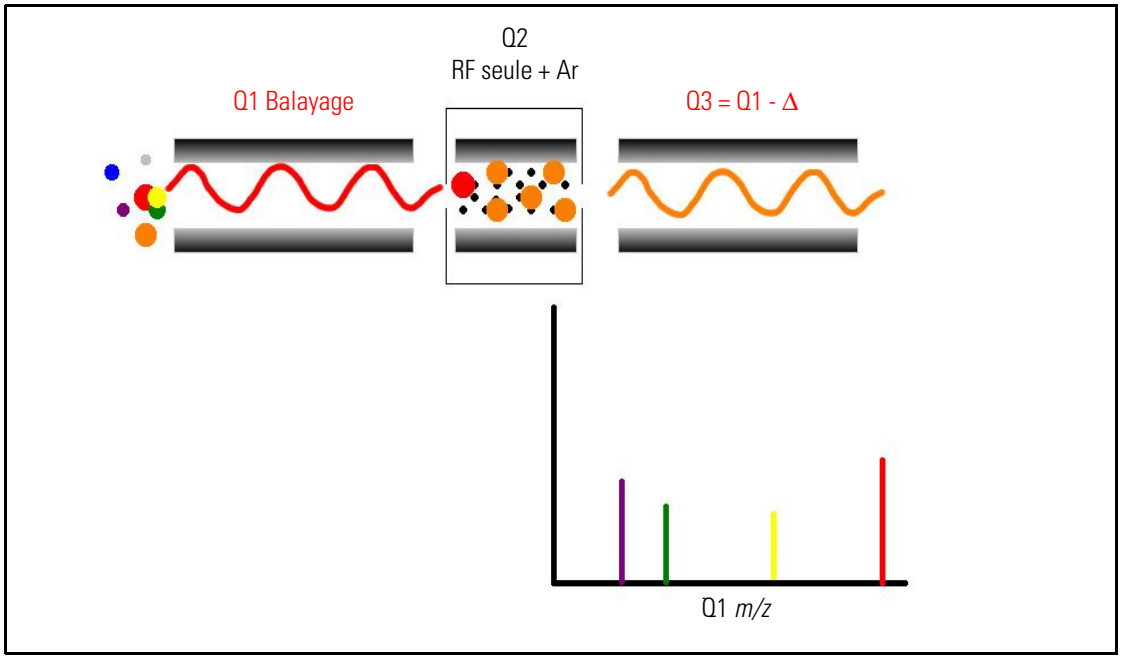
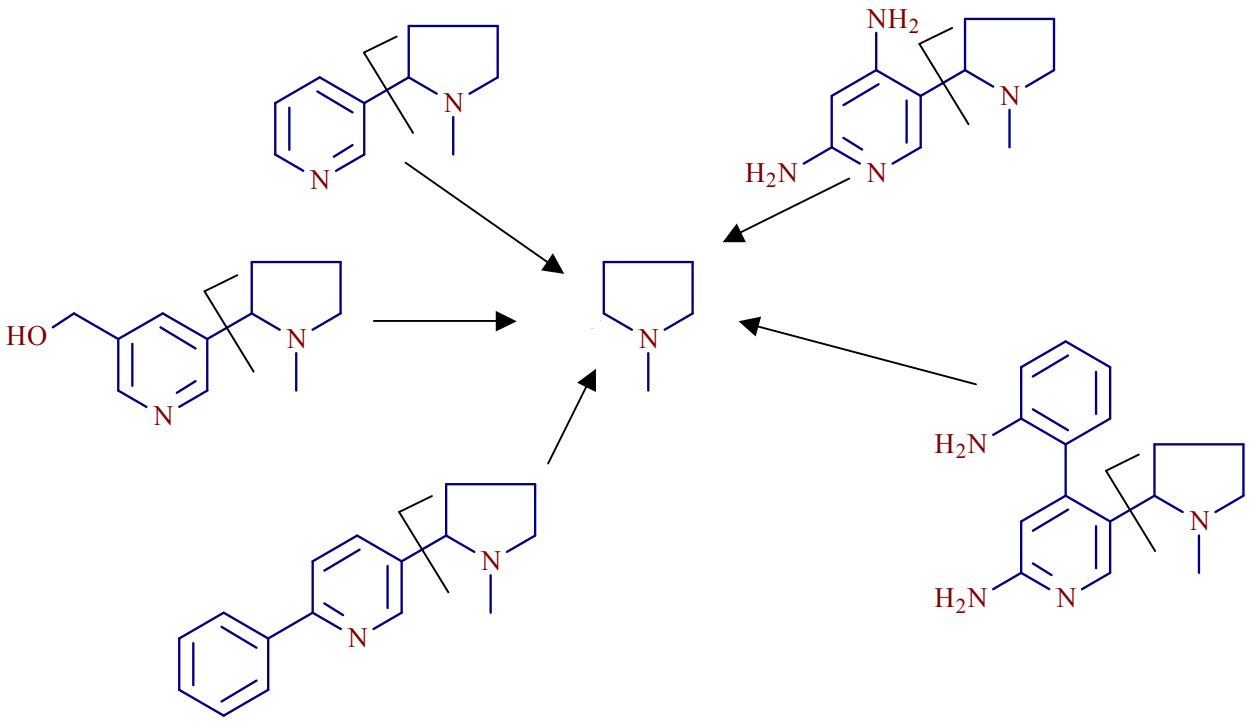


Figure 4. Exemples de composés partageant un fragment de perte de neutre



Mode de balayage dépendant des données

En mode de balayage dépendant des données, le spectromètre de masse TSQ utilise les informations dont il dispose pour choisir l'étape suivante d'un expérience sans intervention de l'utilisateur. Dans ce mode, vous devez spécifier des critères pour la sélection d'un ou plusieurs ions à utiliser pour des balayages, MS/MS par exemple, consécutifs. Pour configurer les expériences dépendantes des données, il existe deux approches différentes :

- Si vous avez une idée de l'ion parent ou si vous anticipez la présence d'un ion parent donné, vous pouvez définir une liste d'ions parents possibles. Par la suite, en cas de détection de l'un des ions parents spécifiés, vous pouvez procéder à l'acquisition des spectres d'ions produits correspondants et analyser les informations obtenues. De la même façon, il vous est possible de définir une liste d'ions que vous *ne* souhaitez pas sélectionner pour la fragmentation.
- Si vous ne disposez que de très peu d'informations sur votre composé, vous pouvez configurer les paramètres d'une expérience dépendante des données de sorte que si l'intensité du signal ionique est supérieure au seuil spécifié, le système TSQ génère des spectres des ions produits. À vous de juger, par la suite, l'utilité des informations obtenues.

Étant donné que le balayage dépendant des données doit utiliser un ion cible d'un balayage précédent, le premier événement de balayage ne peut pas être un balayage dépendant des données.

Types de balayage

Les systèmes TSQ peuvent effectuer une grande variété de balayages. Les types de balayage les plus courants sont les suivants :

- Balayage complet (Full Scan)
- SIM (Selected Ion Monitoring, suivi d'ion sélectionné)
- SRM (Selected Reaction Monitoring, suivi de réaction sélectionnée)
- AutoSIM

Balayage complet (Full Scan)

Ce type de balayage fournit un spectre de masse complet de chaque analyte. Le système effectue le balayage de l'analyseur de la première à la dernière masse, en un temps prédéfini.

Les analyses réalisées en balayage complet servent à déterminer ou confirmer l'identité de composés inconnus purs ou en mélange. En général, un spectre de masse complet est nécessaire pour déterminer l'identité d'un composé inconnu.

Ce type de balayage fournit davantage d'informations sur un analyte que le balayage SIM, mais n'offre pas le niveau de sensibilité comparable à celui obtenu avec les deux autres types de balayage. Par ailleurs, avec un balayage complet, vous passez moins de temps par ion qu'avec un balayage SIM ou SRM. Le balayage complet offre donc une plus grande quantité d'informations, mais une sensibilité moindre que les deux autres types de balayage.

Pour utiliser les types de balayage SIM et SRM, vous devez connaître à l'avance les ions et les réactions que vous recherchez avant de procéder à l'analyse. Il est donc préférable d'utiliser un balayage complet plutôt que SIM pour déterminer l'identité d'un analyte et obtenir son spectre de masse et un balayage complet plutôt que SRM pour déterminer le spectre de masse et les spectres de masse des ions produits pour des ions parents donnés. Ainsi, les balayages SIM et SRM sont recommandés pour les analyses quantitatives en routine.

SIM (Selected Ion Monitoring, suivi d'ion sélectionné)

Le balayage SIM (Selected Ion Monitoring - Suivi d'ion sélectionné) permet de suivre un ion ou un groupe d'ions particulier. Les expériences SIM permettent de détecter de petites quantités d'un composé cible dans une solution complexe lorsque vous connaissez le spectre de masse de celui-ci. Le balayage SIM est utile pour les analyses de traces et le screening rapide d'un composé cible dans un grand nombre d'échantillons.

Parce que le balayage SIM ne suit que quelques ions, il permet d'atteindre des limites de détection plus basses avec des vitesses de balayage plus élevées que les modes spectres complets. Ses limites de détection sont plus basses car le système passe plus de temps à suivre les ions significatifs qui doivent apparaître dans le spectre de masse de l'analyte cible. En matière de vitesse, ce balayage est plus rapide car il ne suit qu'un nombre réduit d'ions. Il ignore les régions du spectre qui sont vides ou dans lesquelles aucun des ions étudiés n'est présent.

Le balayage SIM peut améliorer la limite de détection et réduire la durée d'analyse, mais également se traduire par une moindre spécificité. Le suivi ne portant que sur des ions spécifiques, tout composé qui, en se fragmentant, entraîne la formation d'ions de même rapport *m/z* pourra sembler être le composé cible. Le résultat de l'analyse peut être un faux positif.

SRM (Selected Reaction Monitoring, suivi de réaction sélectionnée)

Le balayage SRM (Selected Reaction Monitoring - Suivi de réaction sélectionnée) permet de suivre une réaction ou un ensemble de réactions données, telles que la fragmentation d'un ion ou la perte d'un fragment neutre.

Le balayage SRM permet de surveiller un nombre limité de paires d'ions parents ou produits. Dans le cadre d'expériences sur des ions produits, un ion parent est sélectionné normalement mais, en général, un seul ion produit est surveillé. Les expériences SRM sont normalement réalisées en mode de balayage des ions produits.

De la même façon que le balayage SIM, le balayage SRM permet l'analyse très rapide de composés à l'état de trace dans des mélanges complexes. En revanche, comme le balayage SRM repose sur la sélection de deux groupes d'ions, il offre un niveau de spécificité supérieur à celui du balayage SIM. Tout composé interférent doit former,dans la source d'ions, un ion parent de même rapport masse/charge que l'ion parent sélectionné à partir du composé cible et cet ion parent doit également se fragmenter et générer un ion produit de même rapport masse/charge que l'ion produit sélectionné à partir du composé cible.

AutoSIM

Avec le type de balayage AutoSIM, le spectromètre de masse sélectionne automatiquement les masses les plus importantes (valeurs *m/z*) d'un balayage, puis crée une liste de balayage SIM pour celles-ci et procède à l'acquisition et à l'enregistrement du courant ionique uniquement pour les masses sélectionnées. Les balayages AutoSIM peuvent être effectuées pour n'importe quel balayage complet et dans tous les modes de balayage, excepté celui dépendant des données.

Dans certains cas, les plages de balayage de deux masses sélectionnées (ou plus) peuvent se recouvrir. Les deux masses doivent alors être remplacées par une fenêtre SIM. En réglage EZ Tune, le tableau SIM table de la boîte de dialogue Define Scan (Définir le balayage) affiche la mass centrale pour cette nouvelle fenêtre de balayage au lieu de chacune des masses sélectionnées.

Types de données

Le spectromètre de masse TSQ vous permet de procéder à l'acquisition et à l'affichage des données spectrales de masse (intensité et rapport masse/charge) en utilisant l'un des deux types de données suivants.

- Profil
- Centroïde

Profil

Ce type de données permet de visualiser la forme des pics dans le spectre de masse. Chaque unité de masse atomique est divisée en plusieurs intervalles d'échantillonnage. L'intensité de courant ionique est déterminée pour chacun de ces intervalles. L'intensité de chaque intervalle d'échantillonnage est affichée, les différentes intensités étant reliées par une ligne continue. En général, vous pouvez utiliser les données de type profil lorsque vous réglez et étalonnez le spectromètre de masse afin de visualiser et d'évaluer la résolution en masse.

Centroïde

Le type de données Centroïde permet d'afficher le spectre de masse sous forme de graphique à barres et d'additionner les intensités de chaque groupe d'intervalles d'échantillonnage. Ce total est affiché par rapport au centre de masse des intervalles d'échantillonnage. En général, ce type de données convient pour l'acquisition de données à une vitesse de balayage plus élevée. Le traitement des données de ce type est également plus rapide.

Plage de masse/charge

Le spectromètre de masse TSQ peut fonctionner dans une plage de rapport masse/charge de 10 à 3 000 Da (TSQ Quantum™ Access™, TSQ Quantum Access MAX, TSQ Vantage EMR™, et TSQ Quantum Ultra EMR™) ou de 10 à 1 500 Da (TSQ Vantage™, TSQ Vantage AM, TSQ Quantum Ultra™ et TSQ Quantum Ultra AM).

Description des fonctions

Ce chapitre décrit les principaux composants du système TSQ, ainsi que leurs fonctions respectives.

Contenu

- Échantillonneur automatique (facultatif)
- Chromatographe en phase liquide (LC) (facultatif)
- Spectromètre de masse
- Ordinateur

Un schéma de principe fonctionnel du spectromètre de masse TSQ est présenté à la Figure 5. Une ligne de transfert des échantillons relie la LC au spectromètre de masse. Généralement, l'échantillonneur automatique et la LC sont installés à gauche du spectromètre. La pompe seringue et la vanne de dérivation/injection sont intégrées à l'armoire du spectromètre de masse.

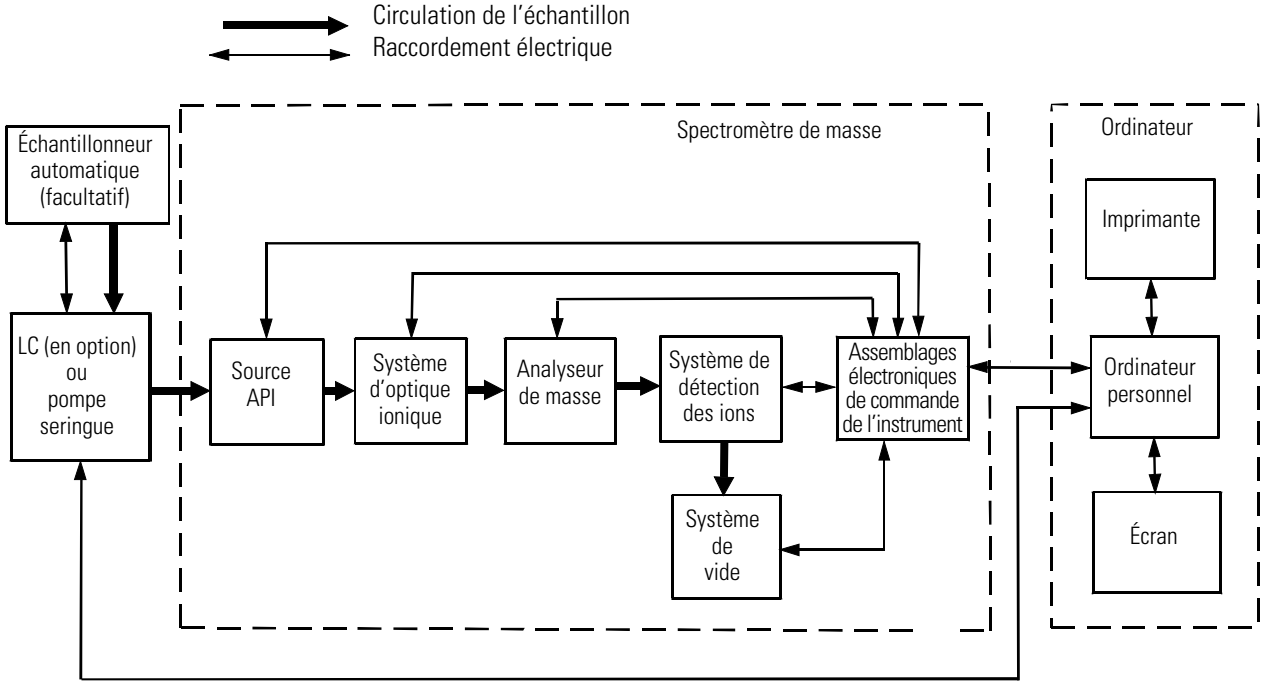
Au cours d'une analyse standard, plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour introduire un échantillon.

- À l'aide de la pompe seringue (perfusion directe)
- À l'aide de la vanne de dérivation/injection, d'une boucle d'échantillonnage et d'un chromatographe en phase liquide ou LC (analyse par injection de flux)
- À l'aide de la vanne de dérivation/injection et d'une colonne LC (LC/MS)

Dans les analyses par LC/MS, un échantillon est injecté dans une colonne LC. Par la suite, le système procède à la séparation des différents composés de cet échantillon. Les composés sont élués de la colonne LC vers le spectromètre de masse où ils sont analysés.

L'ionisation des molécules de l'échantillon à pression atmosphérique s'effectue via la technique d'ionisation par électrospray (ESI), d'ionisation par électrospray à chaud (H-ESI), d'ionisation par nano-spray (NSI), de photo-ionisation à pression atmosphérique (APPI) ou d'ionisation chimique à pression atmosphérique (APCI). Le système d'optique focalise et accélère le transfert des ions de l'échantillon résultants dans l'analyseur où ils sont sélectionnés en fonction de leur rapport masse/charge. Un système de détection des ions produit alors un signal proportionnel au nombre d'ions détectés. L'électronique du système reçoit et amplifie le signal généré par le système de détection qui est ensuite transmis à l'ordinateur à des fins de traitement, stockage et affichage. L'ordinateur sert également d'interface utilisateur au spectromètre de masse TSQ.

Figure 5. Schéma de principe fonctionnel du système TSQ



Échantillonneur automatique

L'échantillonneur automatique (en option) injecte automatiquement les échantillons au niveau de l'entrée du chromatographe en phase liquide (LC). Le système de données de l'ordinateur du TSQ peut assurer le contrôle de la plupart des échantillonneurs automatiques. Un échantillonneur automatique permet d'automatiser vos analyses LC/MS.

Les signaux Marche/Arrêt que l'échantillonneur automatique échange avec le spectromètre de masse TSQ sont générés par la fermeture d'un contact. Pour de plus amples informations sur la connexion d'un échantillonneur automatique au spectromètre de masse TSQ par le biais de la fermeture d'un contact, reportez-vous au *Guide de connexion de la gamme TSQ*.

La configuration de l'échantillonneur automatique s'effectue à partir de l'ordinateur. Sélectionnez le bouton d'échantillonneur automatique approprié dans la fenêtre Instrument Configuration, accessible en sélectionnant **Démarrer > Tous les programmes > Xcalibur > Instrument Configuration**. Pour une description des options de configuration de l'échantillonneur automatique, consultez l'aide du logiciel Xcalibur.

Vous pouvez également utiliser l'ordinateur pour configurer l'échantillonneur automatique à utiliser pour injecter les échantillons. Sélectionnez **Démarrer > Tous les programmes > Xcalibur > Xcalibur** et cliquez sur **Instrument Setup** pour ouvrir la fenêtre Instrument Setup. Cliquez ensuite sur l'icône d'échantillonneur automatique appropriée pour ouvrir la page Autosampler. Pour obtenir des instructions concernant l'utilisation de votre échantillonneur automatique, consultez l'aide.

Si vous souhaitez connaître les procédures d'utilisation du panneau avant (pavé), le cas échéant, et de maintenance, reportez-vous à la documentation fournie avec votre échantillonneur automatique.

Chromatographe en phase liquide (LC)

Le chromatographe en phase liquide (LC) (disponible en option) effectue la séparation des composés chimiques d'un mélange d'échantillons en appliquant la méthode de la chromatographie liquide. Avec cette méthode, le mélange d'échantillons se partage entre une phase stationnaire de très grande surface et une phase liquide mobile qui s'infiltre dans la phase stationnaire. La structure moléculaire de chaque composant de la solution détermine son ordre d'élution de la LC et son ordre d'entrée dans le spectromètre de masse.

Vous pouvez commander la plupart des LC et des détecteurs UV correspondants directement depuis le système de données de l'ordinateur du TSQ. Vous pouvez régler le débit entre 0 et 1 000 µl/min. Consultez le *Guide de connexion de la gamme TSQ* pour plus d'informations sur le raccordement d'un LC au spectromètre de masse TSQ.

La configuration du LC s'effectue à partir de l'ordinateur. Sélectionnez le bouton LC approprié dans la fenêtre Instrument Configuration, accessible en sélectionnant **Démarrage > Tous les programmes > Xcalibur > Instrument Configuration**. Pour une description des options de configuration du LC, consultez l'aide du logiciel Xcalibur.

Vous pouvez également utiliser le système de données pour configurer le LC. Sélectionnez **Démarrer > Tous les programmes > Xcalibur > Xcalibur** et cliquez sur **Instrument Setup** pour ouvrir la fenêtre Instrument Setup. Cliquez ensuite sur l'icône LC appropriée pour ouvrir la page LC. Pour obtenir des instructions concernant l'utilisation de votre LC, consultez l'aide.

Si vous souhaitez connaître les procédures d'utilisation du panneau avant (pavé), le cas échéant, et de maintenance, reportez-vous à la documentation fournie avec votre LC.

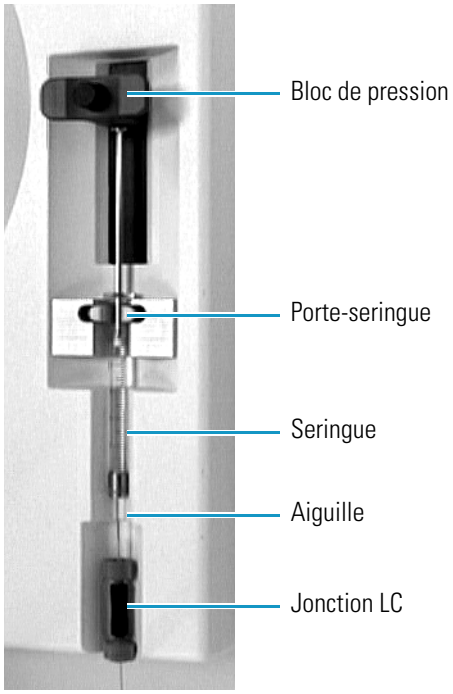
Pompe seringue

Le spectromètre de masse TSQ est équipé d'une pompe seringue intégrée à commande électronique. Voir la Figure 6. Cette pompe seringue permet d'injecter l'échantillon directement dans la source API. Lorsqu'elle est utilisée, un moteur entraîne un bloc de pression qui appuie sur le piston plongeur de la seringue pour un débit de 1 % du volume de la seringue par minute. La pression sur le piston plongeur provoque l'évacuation du liquide par l'aiguille de la seringue dans la ligne de transfert des échantillons. Un porte-seringue permet de maintenir la seringue en place. Pour les instructions de configuration de la pompe seringue, reportez-vous au *Guide de connexion de la gamme TSQ* ou au *Guide de démarrage rapide de la gamme TSQ*.

Vous pouvez démarrer et arrêter la pompe seringue depuis la fenêtre de réglage EZ Tune, accessible en choisissant **Démarrer > Programmes > Thermo Instruments > TSQ > TSQ Tune**. Consultez l'aide EZ Tune pour des instructions d'utilisation de la pompe seringue depuis le système de données. Il est également possible de mettre en marche et d'arrêter la pompe seringue en appuyant sur le bouton correspondant. En maintenant le bouton enfoncé, vous pouvez actionner la pompe seringue en mode Purge, qui assure un débit de cinq pour cent du volume de la seringue par seconde.

La diode électroluminescente (DEL) de la pompe seringue (voir la Figure 9 et la Figure 10) s'allume lorsque la pompe fonctionne. Il passe en jaune lorsque la pompe est en fin de course.

Figure 6. Pompe seringue



Vanne de dérivation/injection

La vanne de dérivation/injection de Rheodyne™ 7750E-185 est une vanne à six ports en acier inoxydable qui alterne entre deux positions : Charger et Injecter. La vanne de dérivation/injection est située en façade du spectromètre de masse TSQ, au-dessus de la source API. Voir la Figure 7. Vous pouvez configurer (raccorder) la vanne de dérivation/injection sous forme d'injecteur de boucles (pour l'analyse d'injection de flux) ou comme vanne de dérivation. Voir la Figure 8. La vanne de dérivation permet de brancher le solvant, le point de consigne d'arrêt de gradient ou toute portion du cycle LC sur la récupération. Le *Guide de démarrage rapide de la gamme TSQ* indique les procédures de raccordement de la vanne en configuration injecteur en boucle ou vanne de dérivation.

Le contrôle de la vanne de dérivation/injection s'effectue à partir de l'ordinateur. Vous pouvez spécifier les paramètres de la vanne dans la page Divert Valve, accessible depuis la fenêtre Instrument Setup. Pour obtenir les instructions d'utilisation de la vanne de dérivation/injection à partir de l'ordinateur, consultez l'aide.

Vous pouvez également utiliser le bouton de la vanne de dérivation/injection pour dériver le flux de la LC vers le spectromètre de masse ou le conteneur de récupération des liquides lorsque la vanne est configurée comme vanne de dérivation ou encore alterner entre les modes de chargement et d'injection lorsqu'elle est configurée comme injecteur de boucles.

Figure 7. Vanne de dérivation/d'injection

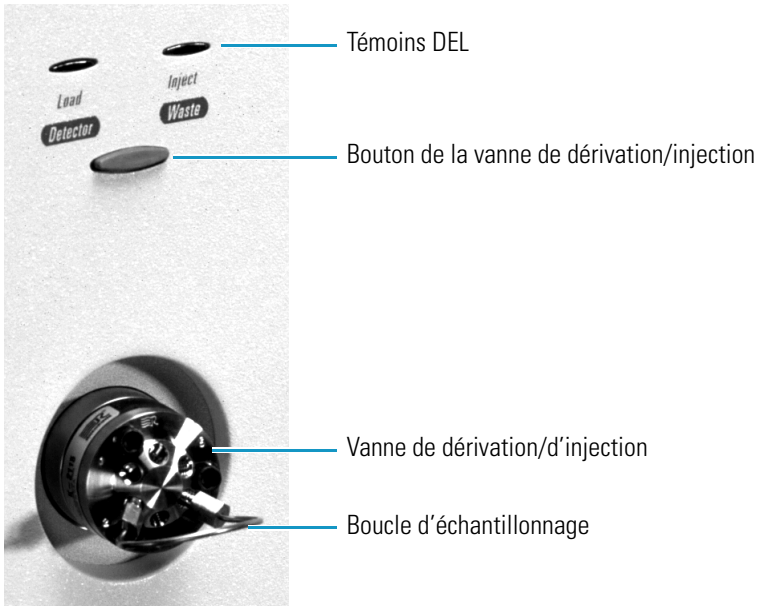
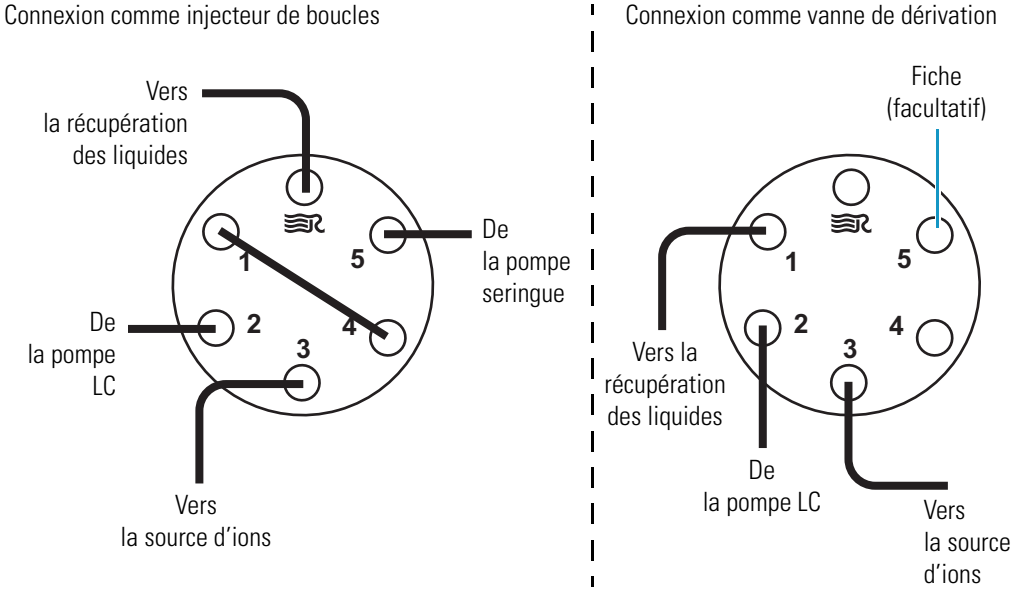


Figure 8. Vanne de dérivation/d'injection connectée comme injecteur de boucles et comme vanne de dérivation



Spectromètre de masse

Le spectromètre de masse permet d'ioniser des échantillons et d'effectuer l'analyse en masse d'échantillons injectés ou élués à partir d'un chromatographe en phase liquide. Le spectromètre de masse TSQ utilise un analyseur triple-quadripôlaire et une source d'ions externe. Le spectromètre de masse TSQ présente plusieurs caractéristiques importantes, à savoir :

- Sensibilité et résolution élevées
- Plage de masse de 10 à 3 000 *m/z* pour TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX, TSQ Vantage et TSQ Quantum Ultra avec composants électroniques de plage de masse étendue (EMR) installés ; et plage de masse de 10 à 1 500 *m/z* pour TSQ Vantage, TSQ Vantage AM, TSQ Quantum Ultra et TSQ Quantum Ultra AM sans composants électroniques de plage de masse étendue
- Modes d'ionisation ESI, H-ESI, NSI, APPI et APCI
- Modes de polarité des ions positifs et négatifs
- Modes de balayage MS et MS/MS
- Plusieurs types de balayage : balayage complet (Full-scan), SIM, SRM, AutoSIM et balayage dépendant des données

Le spectromètre de masse comprend les composants suivants :

- Commandes et témoins
- Source API
- Vue transversale de l'interface avec la source d'ions et les systèmes d'optique ionique Q00 et Q0 du TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra
- Système d'optique ionique
- Analyseur de masse
- Système de détection des ions
- Matériel associé au système de vide et aux gaz d'admission
- Assemblages électroniques

Commandes et témoins

Six voyants sont situés en haut et à droite de la façade du spectromètre de masse. Voir Figure 9 (TSQ Vantage, TSQ Quantum Access, ou TSQ Quantum Access MAX) et Figure 10 (TSQ Quantum Ultra).

Figure 9. Voyants en façade des spectromètres de masse TSQ Vantage, TSQ Quantum Access ou TSQ Quantum Access MAX

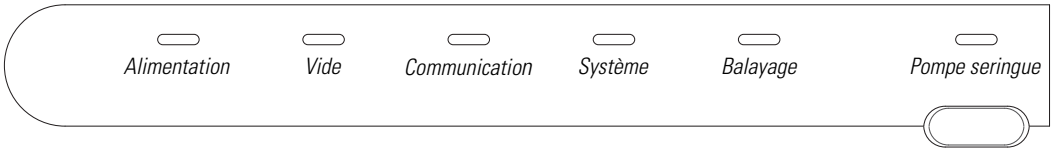
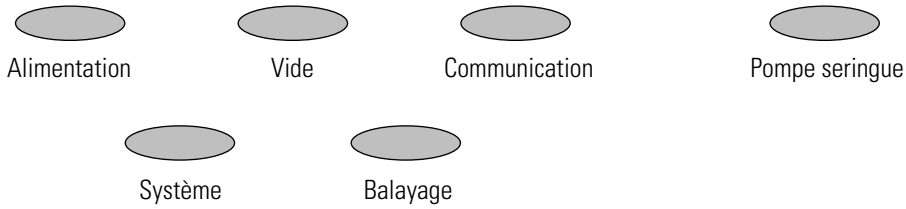


Figure 10. Témoins DEL du panneau avant du spectromètre de masse TSQ Quantum Ultra



Le témoin DEL d'alimentation passe au vert dès lors que le système de vide et les assemblages électroniques du spectromètre de masse sont alimentés.

Le voyant de vide s'allume en jaune lorsque la pompe turbomoléculaire atteint presque sa vitesse (80 pour cent de sa vitesse de fonctionnement de 750 MHz) et que la jauge ionique peut être activée en toute sécurité. Le voyant de vide est éteint lorsque la pompe turbomoléculaire n'a pas atteint sa vitesse. Le voyant de vide s'allume en vert lorsque la pression de la chambre d'analyseur est égale ou inférieure à la valeur requise pour activer les tensions élevées vers l'analyseur de masse (7×10^{-4} Torr).

Le voyant DEL Communication passe en jaune lorsque le spectromètre de masse et l'ordinateur tentent de communiquer. Il passe au vert lorsque la liaison de communication Ethernet a été établie entre le spectromètre et l'ordinateur.

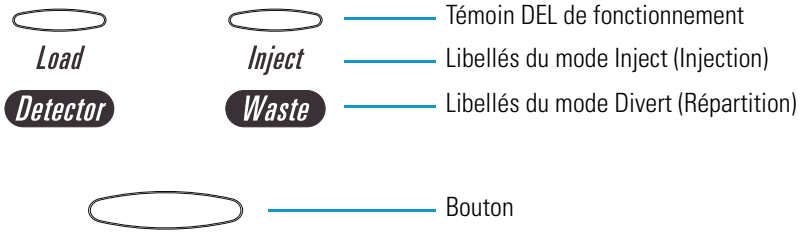
Le témoin DEL système passe en jaune lorsque le spectromètre est en mode veille, autrement dit quand aucune haute tension n'est appliquée sur la source d'ions, l'analyseur ou le système de détection ionique, et que le spectromètre est sous tension. Il passe au vert lorsque la haute tension est appliquée et que le système est à l'état de marche. La haute tension est appliquée lorsque la pression dans la chambre de l'analyseur est inférieure à 7×10^{-4} Torr.

Le témoin DEL de balayage clignote en bleu lorsque le spectromètre de masse est sous tension et que le balayage des ions est en cours.

Le témoin DEL de pompe seringue passe au vert lorsque la pompe seringue fonctionne. Il passe en jaune lorsque la pompe est en fin de course.

Deux témoins DEL supplémentaires et un commutateur de type bouton-poussoir se trouvent sur le panneau avant, au-dessus de la vanne de dérivation/injection. Voir la Figure 11. Lorsque la vanne de dérivation/d'injection est configurée pour l'injection de boucles, son bouton permet d'alterner entre le mode de chargement et le mode d'injection, auquel cas les témoins *Load* (Chargement) et *Inject* (Injection) s'appliquent respectivement.

Figure 11. Bouton et témoins DEL de la vanne de dérivation/d'injection



Lorsque la vanne de dérivation/injection est configurée pour fonctionner en tant que vanne de dérivation, le bouton de la vanne permet de dériver le débit LC vers le spectromètre ou le conteneur de déchets et les libellés *Detector* (Détecteur) et *Waste* (Déchets) s'appliquent.

Le commutateur du disjoncteur de l'alimentation principale (étiqueté Main Power ou alimentation principale) se trouve sur le tableau d'alimentation, dans l'angle inférieur droit du panneau de droite du spectromètre. Voir la Figure 12 et la Figure 13. Lorsque ce commutateur est en position Off (O), le disjoncteur coupe l'alimentation du spectromètre, y compris celle des pompes de vide. S'il est réglé en position On (|), l'alimentation requise est fournie au spectromètre. En mode de fonctionnement normal, le disjoncteur est réglé en position On (|).

Figure 12. Panneau d'alimentation du TSQ Vantage ou du TSQ Quantum Ultra

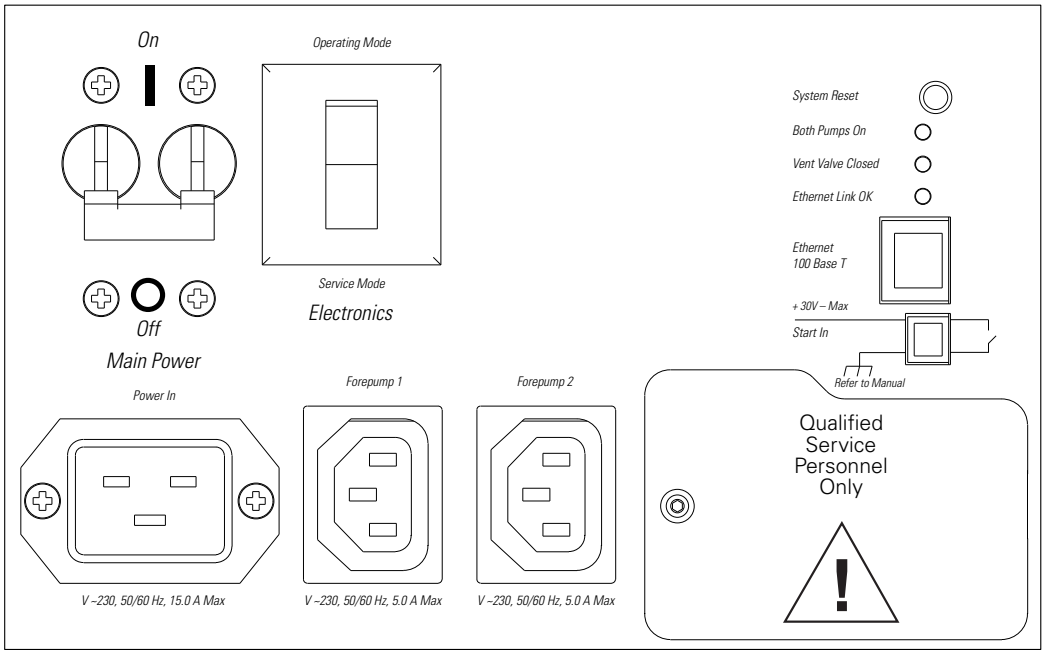
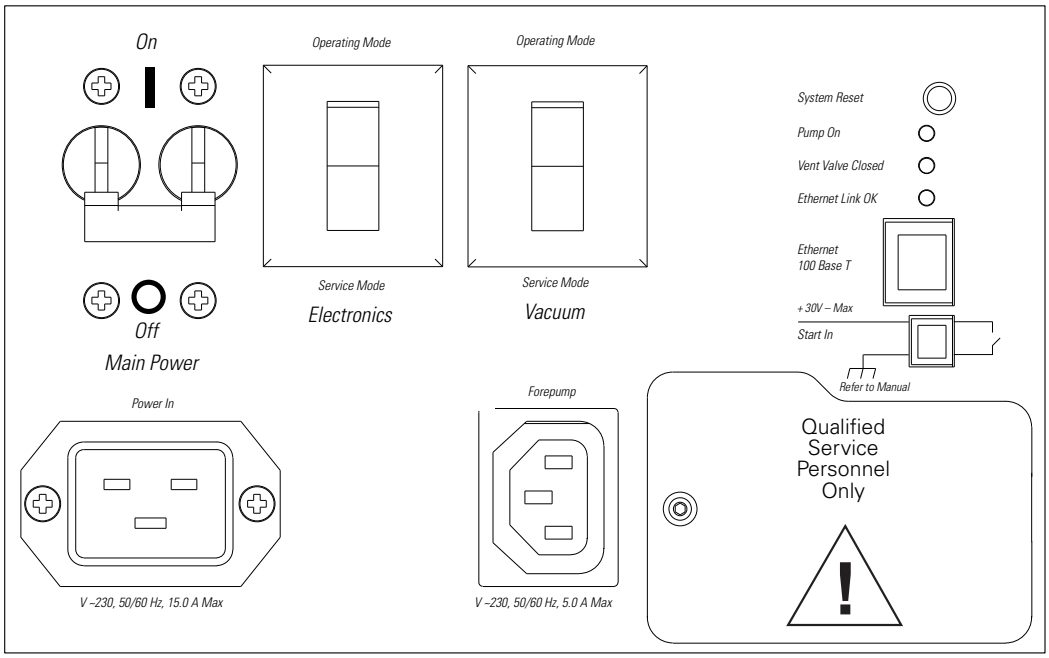


Figure 13. Panneau d'alimentation du TSQ Quantum Access ou du TSQ Quantum Access MAX, présentant les commutateurs et les voyants



Le commutateur de service de l'électronique (étiqueté Electronics pour Électronique) se trouve à côté du disjoncteur de l'alimentation principale sur le tableau d'alimentation du spectromètre de masse (voir la Figure 12 et la Figure 13). Quand il est réglé sur Mode Service, il coupe l'alimentation de tous les composants du spectromètre, à l'exception de celle du système de vide. Le réglage sur Mode Operating (Fonctionnement) fournit l'alimentation requise à tous les composants du spectromètre, sauf ceux liés au système de vide.

Sur le TSQ Quantum Access et le TSQ Quantum Access MAX, un commutateur de service du vide (étiqueté Vacuum) est situé à côté du commutateur de service de l'électronique, sur le panneau d'alimentation du spectromètre de masse (Figure 13). En position Service Mode (Mode de service), le commutateur supprime l'alimentation de tous les composants du système de dépression, notamment la pompe primaire, la pompe turbomoléculaire et le contrôleur de la pompe turbomoléculaire. En position Operating Mode (Mode opérationnel), the commutateur alimente tous les composants du système de dépression du spectromètre de masse.

Le bouton System Reset (Réinitialiser le système) se trouve également dans le tableau d'alimentation du spectromètre. Une pression sur ce bouton permet de réamorcer l'ordinateur embarqué de la carte de contrôle du système. Le logiciel du spectromètre de masse TSQ est ensuite rechargé à partir de l'ordinateur. Pour de plus amples informations concernant la procédure de réinitialisation du spectromètre, reportez-vous à la section « Réinitialisation du spectromètre de masse » à la page 54.

Le tableau d'alimentation du spectromètre comporte les trois témoins DEL suivants.

- Le témoin DEL de pompe sous tension passe au vert lorsque le capteur de courant de la pompe primaire détecte du courant au niveau de la pompe primaire. Il s'éteint lorsque le capteur ne détecte aucun courant au niveau de cette pompe. Si le capteur détecte une perte de courant lorsque le spectromètre TSQ est sous tension, la haute tension est coupée et le système de vide évacué.
- Le témoin DEL d'électrovanne d'aération fermée passe au vert lorsque le capteur de courant de l'électrovanne d'aération détecte du courant dans la vanne d'aération et que celle-ci est fermée. Lorsque la vanne d'aération est fermée, ce témoin est éteint.
- Le témoin DEL de liaison Ethernet OK passe au vert lorsque la carte du contrôle du système communique avec l'ordinateur. En l'absence de communication entre cette carte et l'ordinateur, ce témoin est éteint.

MISE EN GARDE En cas d'urgence, pour couper l'alimentation générale du spectromètre de masse, réglez le commutateur du disjoncteur de l'alimentation principale (étiqueté Main Power pour Alimentation principale) sur Off (O).

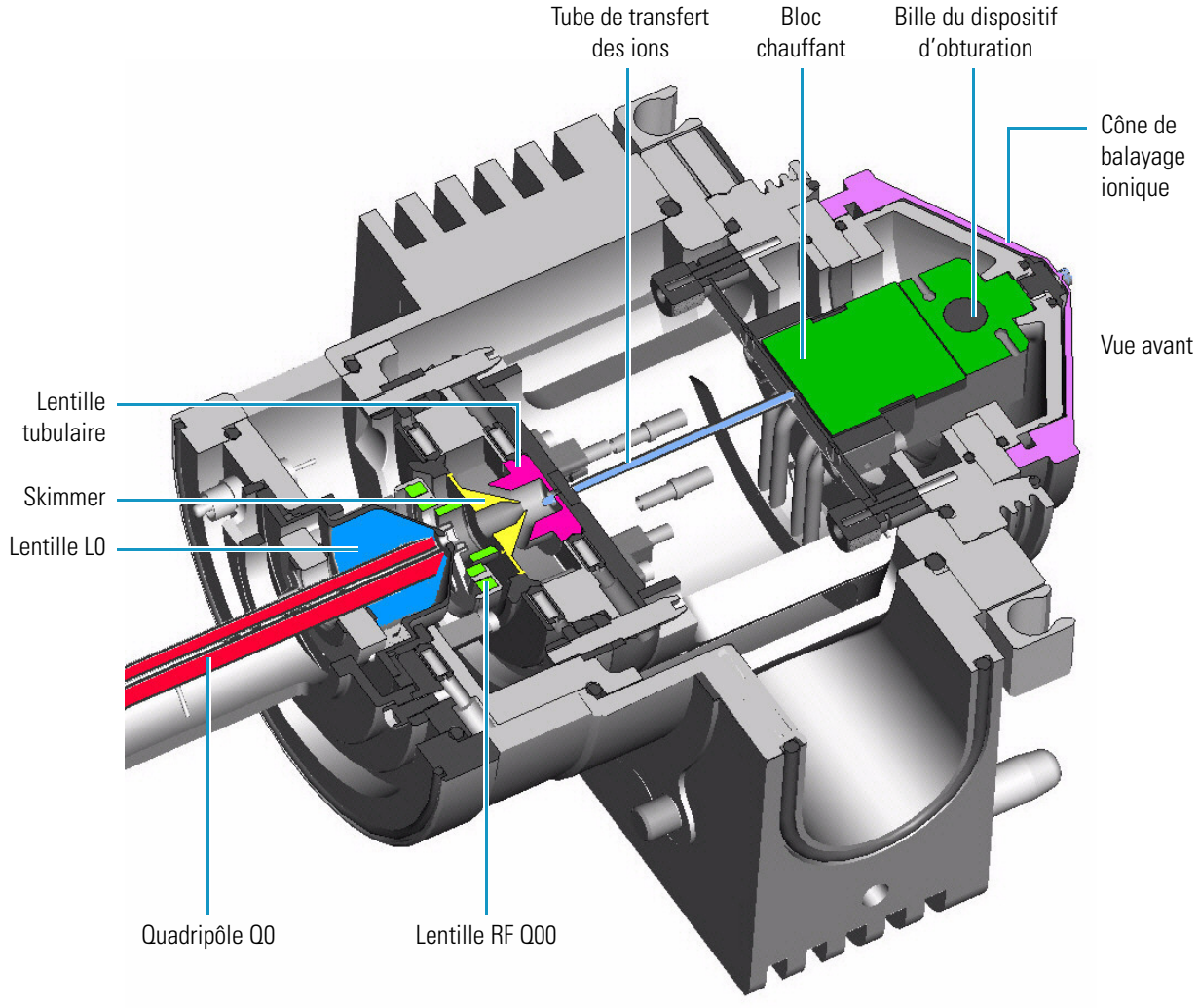
Source API

La source API (atmospheric pressure ionization) forme des ions échantillons en phase gazeuse à partir de molécules échantillons d'élution du LC, ou introduits par la pompe seringue. Vous pouvez utiliser la source API source en mode ionisation par électrospray (ESI), ionisation par électrospray à chaud (H-ESI), ionisation par nano-spray (NSI), photo-ionisation à pression atmosphérique (APPI) ou ionisation chimique à pression atmosphérique (APCI). Pour plus d'informations sur la source API, consultez le *Manuel du matériel de la source API Max et Ion Max-S,* le *Manuel de l'opérateur de la sonde HESI-II,* le *Manuel de l'opérateur de la sonde H-ESI,* le *Manuel de l'opérateur de la source APPI Ion Max,* ou le *Manuel de l'opérateur de la source d'ions nano-spray.*

Interface avec la source d'ions

L'interface avec la source d'ions comprend les composants de la source API qui sont maintenus sous vide (excepté le côté à pression atmosphérique du cône de balayage ionique). Cette interface inclut un tube de transfert des ions, deux dispositifs de chauffage à cartouche, un bloc chauffant, une sonde platine, un dispositif d'obturation d'air à bille et un cône de balayage ionique. Voir la Figure 14.

Figure 14. Vue transversale de l'interface avec la source d'ions et les systèmes d'optique ionique Q00 et Q0 du TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra



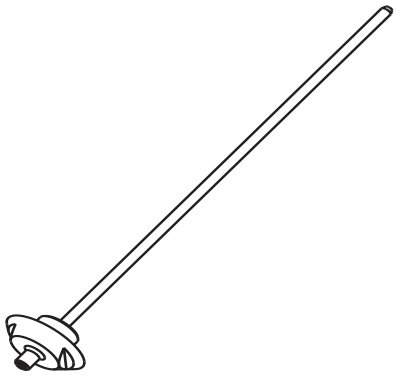
Le tube de transfert ionique facilite la désolvatation des ions produits par la sonde API. Il se présente sous la forme d'un tube métallique cylindrique allongé, de 10 cm environ. (sur les modèles TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX et TSQ Quantum Ultra) ou de 5,8 cm (sur le TSQ Vantage). Voir la Figure 15. Deux cartouches de chauffage sont intégrées au bloc chauffant. Celui-ci entoure le tube de transfert des ions et le chauffe à une température pouvant atteindre 400 °C. Une sonde platine mesure la température du bloc chauffant. Les températures standard du tube de transfert des ions sont 270 °C pour l'ESI et 250 °C pour l'APCI, mais elles peuvent varier en fonction du débit et de la composition de la phase mobile. Un gradient de pression décroissante entraîne les ions dans le tube de transfert, côté zone à pression atmosphérique, et les transporte dans la zone tube de transfert/skimmer du collecteur de vide. Un potentiel de généralement ±35 V (positif pour les ions positifs et négatifs pour les ions négatifs) facilite le transport des ions du tube de transfert vers le skimmer. La bille du dispositif d'obturation d'air prend la place occupée par le tube de transfert des

ions lors du retrait de celui-ci pour empêcher l'air d'entrer dans le tube de vide. Ce dispositif à bille vous permet de retirer le tube de transfert des ions afin de le nettoyer sans avoir à remettre le système sous pression atmosphérique.

Le cône de balayage ionique est un cône métallique qui couvre le tube de transfert des ions. Il canalise le gaz de balayage et l'oriente vers l'entrée du tube.

L'interface avec la source d'ions est confinée dans une chambre sous vide dont l'évacuation s'effectue par la pompe primaire à une pression d'environ 1,5 Torr.

Figure 15. Tube de transfert des ions



Vue avant

Système d'optique ionique

Le système d'optique ionique focalise les ions produits dans la source API et les transmet à l'analyseur de masse. Le spectromètre de masse TSQ utilise deux éléments d'optique ionique.

- Système d'optique ionique Q00
- Système d'optique ionique Q0

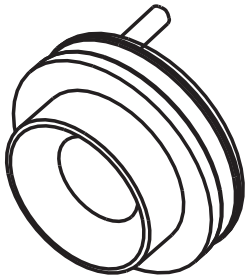
Système d'optique ionique Q00

Le système d'optique ionique Q00 est celui qui est le plus proche de la source API. Le système d'optique ionique Q00 comprend soit la lentille tubulaire et le skimmer soit la lentille S-lens et la lentille de sortie, la lentille RF Q00, la cage de l'interface avec la source d'ions et la lentille L0. Voir la Figure 14.

Sur les TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX et TSQ Quantum Ultra, les ions provenant du tube de transfert des ions pénètrent dans la lentille tubulaire. Voir la Figure 16. Un potentiel fonction de la masse est appliqué à la lentille tubulaire pour lui permettre de focaliser les ions en direction de l'ouverture du skimmer. Un autre potentiel de 0 à ±250 V (positif pour les ions positifs et négatif pour les ions négatifs), appelé tension de décalage de la lentille tubulaire, peut être appliqué à la lentille, ce qui permet d'accélérer le transport des ions dans le gaz résiduel présent dans la zone tube de transfert des ions/skimmer. Les collisions avec le gaz résiduel facilitent la désolvatation des ions et

augmentent la sensibilité. Si la tension de décalage de la lentille tubulaire est trop élevée, les collisions avec le gaz résiduel peuvent être suffisamment énergétiques pour provoquer la fragmentation des ions. Cette fragmentation, communément appelée dissociation induite par collision (CID - Collision-induced Dissociation), réduit la sensibilité. Lorsque vous réglez le spectromètre de masse TSQ, vous ajustez la tension de décalage de la lentille tubulaire afin d'optimiser la sensibilité en équilibrant les effets de désolvatation et de fragmentation.

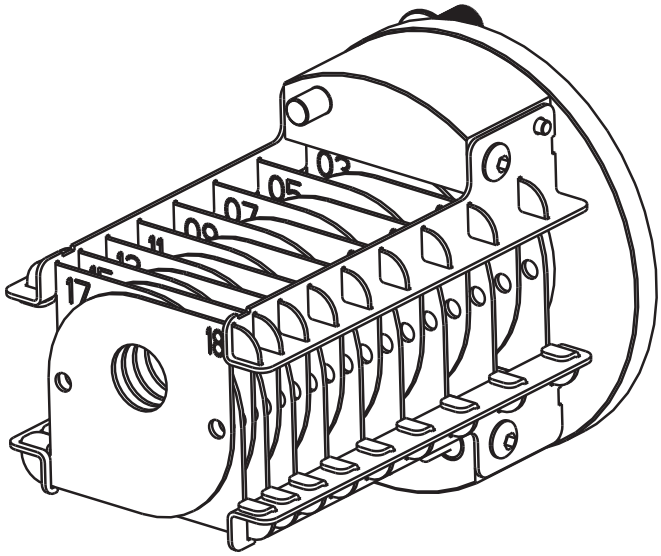
Figure 16. Lentille tubulaire des TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra



Vue arrière

Le spectromètre de masse TSQ Vantage utilise une lentille S-lens et une lentille de sortie et non une lentille tubulaire et un skimmer. La lentille S-lens est un dispositif de transmission des ions comprenant des électrodes en acier inoxydable espacées progressivement. Voir la Figure 17. Une tension RF de 650 kHz est appliquée aux électrodes ; les électrodes adjacentes utilisent des tensions en opposition de phase. A mesure que l'amplitude RF augmente, des ions d'un rapport masse/charge progressivement plus élevé passent dans la lentille de sortie. Pendant la procédure de réglage, le spectromètre de masse TSQ Vantage détermine les amplitudes RF fonction de la masse pour une transmission optimale des ions via la lentille. L'amplitude maximale est de 300 V de crête-à-crête.

Figure 17. Lentille S-lens du spectromètre de masse TSQ Vantage



Vue avant

Les ions qui arrivent de la lentille tubulaire ou de la lentille S-lens traversent le skimmer (Figure 18) ou la lentille de sortie (Figure 19) et se dirigent vers la lentille RF Q00. Le skimmer et la lentille de sortie agissent en tant que chicane sous vide entre la zone de l'interface avec la source d'ions à haute pression (1,5 Torr) et la zone du système d'optique ionique Q00 à pression plus basse (50 mTorr) du tube de vide. Les ouvertures du skimmer et de la lentille de sortie sont décalées par rapport à l'axe du tube de transfert des ions. Cette disposition réduit le nombre de particules chargées de grande taille qui

traversent le skimmer ou la lentille de sortie et accèdent à l'analyseur, ce qui permet de réduire le bruit du détecteur. La lentille tubulaire et le skimmer ou la lentille S-lens et la lentille de sortie sont montées sur la cage de l'interface avec la sourde d'ions.

Figure 18. Skimmer des TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra

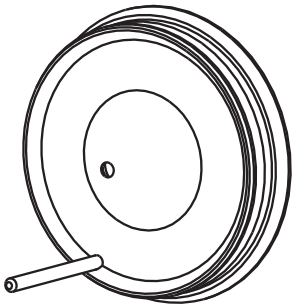
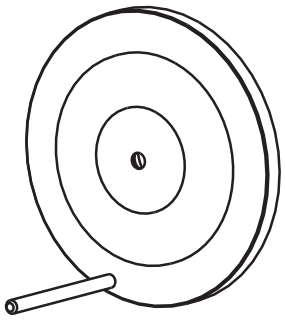
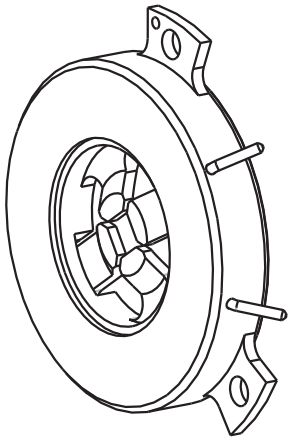


Figure 19. Lentille de sortie du spectromètre de masse TSQ Vantage



La lentille RF Q00 est un arrangement carré de plusieurs éléments métalliques qui forment un dispositif de focalisation des ions. Voir la Figure 20. Une tension RF appliquée aux éléments crée un champ électrique qui focalise les ions le long de l'axe de la lentille. Un décalage de la tension CC par rapport à la terre appliqué au système d'optique ionique Q00 (appelé tension de décalage Q00) augmente l'énergie cinétique de déplacement des ions sortant du skimmer. Au cours de la focalisation des ions, la tension de décalage est négative pour les ions positifs et positive pour les ions négatifs. L'augmentation de la tension de décalage accroît l'énergie cinétique de déplacement des ions. Les valeurs standard de la tension de décalage Q00 varient entre 0 et ±4 V (négative pour les ions positifs et positive pour les ions négatifs).

Figure 20. Lentille RF Q00



La dissociation induite par collision (CID) au niveau de la source peut également être obtenue en augmentant le décalage de tension CC entre le skimmer, qui est au potentiel de la terre, et le reste du spectromètre de masse, à commencer par le système d'optique ionique Q00. Vous pouvez utiliser le paramètre Source CID du logiciel Tune Master pour ajuster ce potentiel.

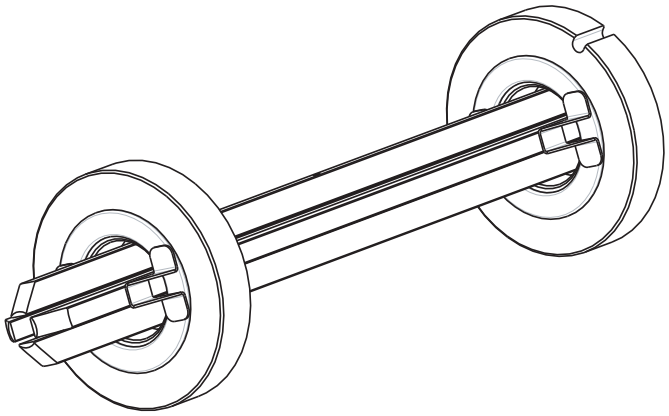
La lentille L0 se présente sous la forme d'un cylindre métallique muni d'un petit orifice à l'une de ses extrémités au travers duquel passe le faisceau d'ions. Un potentiel de 0 à ±3 V (négatif pour les ions positifs et positif pour les ions négatifs) est appliqué à cette lentille pour faciliter la transmission des ions. La lentille L0 sert également de chicane sous vide entre les chambres des systèmes d'optique ionique Q00 et Q0.

Système d'optique ionique Q0

Le système d'optique ionique Q0 transmet les ions en provenance du système d'optique Q00 vers l'analyseur. Le système d'optique ionique Q0 comprend le quadripôle Q0 et les lentilles L11 et L12.

Le quadripôle Q0 est un arrangement carré de tiges de profil carré qui officient en tant que dispositif de transmission des ions. Voir la Figure 21. Une tension RF appliquée aux tiges crée un champ électrique qui guide les ions le long de l'axe du quadripôle. La tension de décalage Q0 augmente l'énergie cinétique de déplacement des ions arrivant du système d'optique Q00.

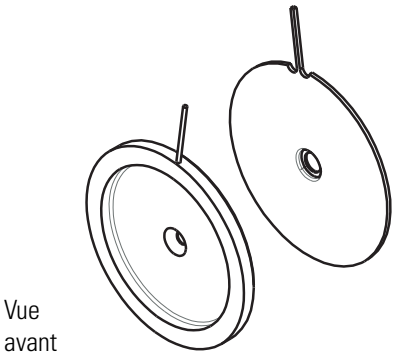
Figure 21. Quadripôle Q0



La tension de décalage Q0 peut aussi être utilisée pour fragmenter les ions. Lors de la dissociation induite par collision au niveau de la source d'ions, la tension de décalage (généralement de -30 V à +30 V) confère une énergie cinétique suffisante aux ions pour que, lors de leur collision avec les molécules de solvant ou d'air, ils se dissocient et forment des ions produits. Cette énergie cinétique donnée aux ions détermine le degré de dissociation. À basse énergie, les ions adduits se transforment en ions d'échantillon sous l'effet de la dissociation induite par collision, sans fragmentation. À haute énergie, les ions moléculaires peuvent se fragmenter et rendre possible une analyse pseudo MS/MS/MS.

Les lentilles L11 et L12 se présentent sous la forme de disques métalliques dotés d'un orifice circulaire central au travers duquel passe le faisceau d'ions. Voir la Figure 22. Elles agissent comme une lentille conique à deux éléments. Un potentiel électrique appliqué à la lentille accélère (ou décélère) le déplacement des ions lorsqu'ils approchent de la lentille de façon à focaliser le faisceau d'ions lorsque celui-ci traverse la lentille. La valeur de ce potentiel peut varier entre 0 et ±300 V. Les lentilles L11 et L12 servent également de chicane sous vide entre la chambre d'optique ionique Q0 et la chambre de l'analyseur.

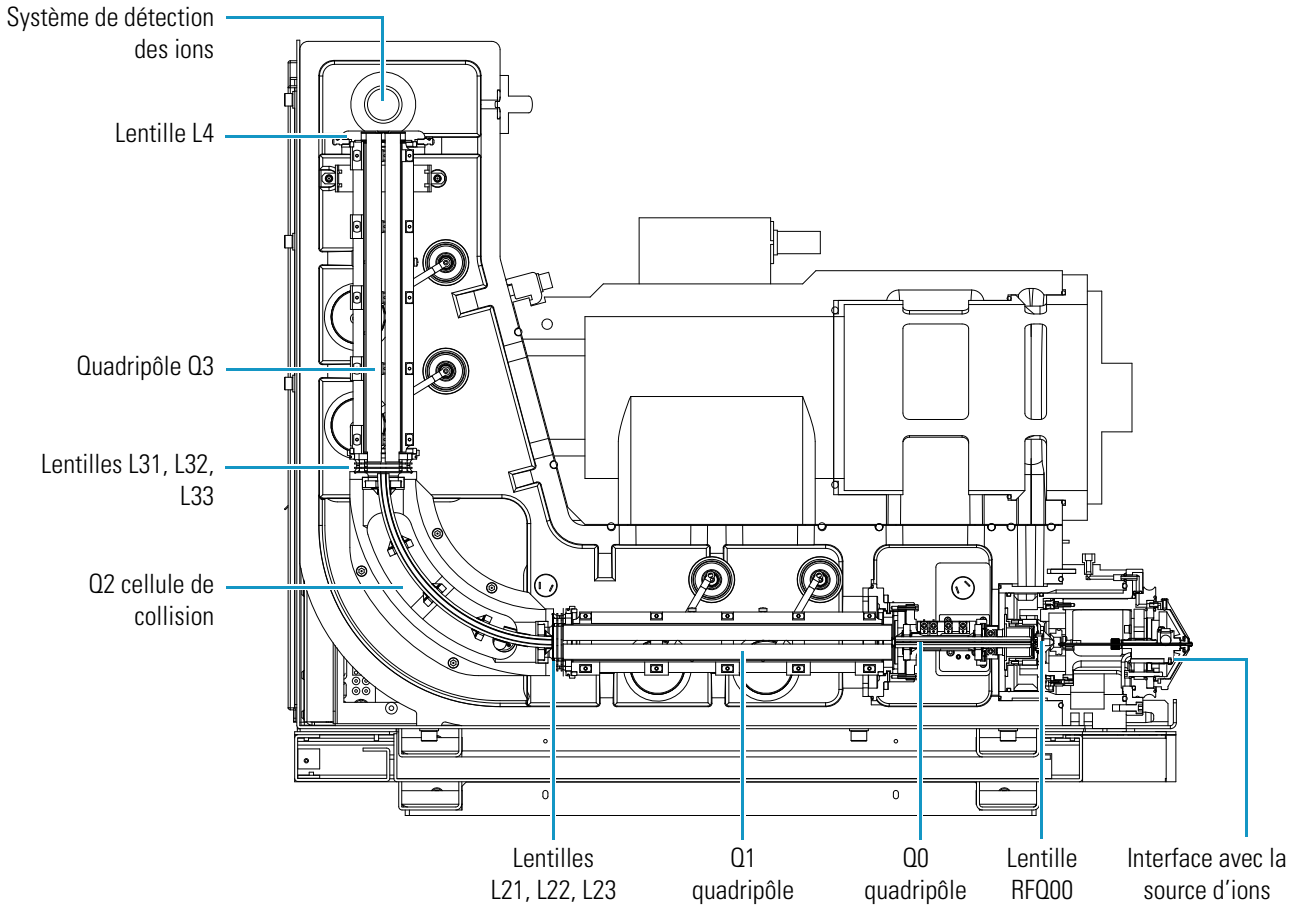
Figure 22. Lentilles L11 (à gauche) et L12 (à droite)



Analyseur de masse

L'analyseur de masse sépare les ions en fonction de leur rapport masse/charge, puis les transmet au système de détection des ions. Sur le spectromètre TSQ, l'analyseur est composé de trois assemblages de barreaux quadripôlaires (Q1, Q2 et Q3) et de trois jeux de lentilles. Voir la Figure 23.

Figure 23. Analyseur de masse, système de détection des ions et systèmes d'optique ionique



Les sujets suivants présentent l'analyseur de masse en détail.

- Assemblages de barreaux quadripôlaires
- Champs RF et CC appliqués aux quadripôles
- Analyse de masse
- Cellule de collision et efficacité de dissociation induite par collision (CID)
- Tension de décalage du quadripôle
- Lentilles de l'analyseur de masse

Assemblages de barreaux quadripôlaires

Les trois assemblages de barreaux utilisés sur le spectromètre de masse TSQ sont numérotés depuis l'extrémité côté source d'ions du collecteur et identifiés Q1, Q2 et Q3. Q1 et Q3 sont des quadripôles qui permettent de réaliser des analyses en haute résolution sans perte de signal.

Q1 et Q3 sont des arrangements carrés de véritables quadripôles hyperboliques usinés et alignés avec précision, appelés hyperquads (TSQ Vantage et TSQ Quantum Ultra) ou barreaux ronds à profil hyperbolique (TSQ Quantum Access et TSQ Quantum Access MAX). Voir la Figure 24 et le Figure 25. Les entretoises en quartz jouent le rôle d'isolateurs entres les barreaux adjacents.

Figure 24. Hyperquad Q1 ou Q3 du TSQ Vantage ou TSQ Quantum Ultra

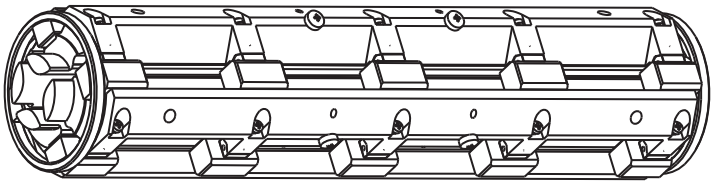
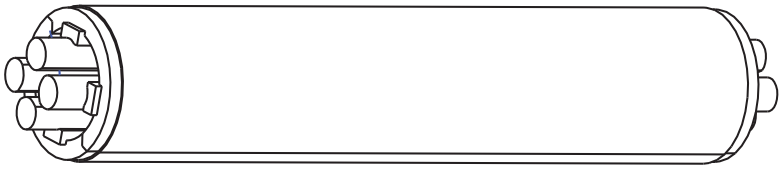
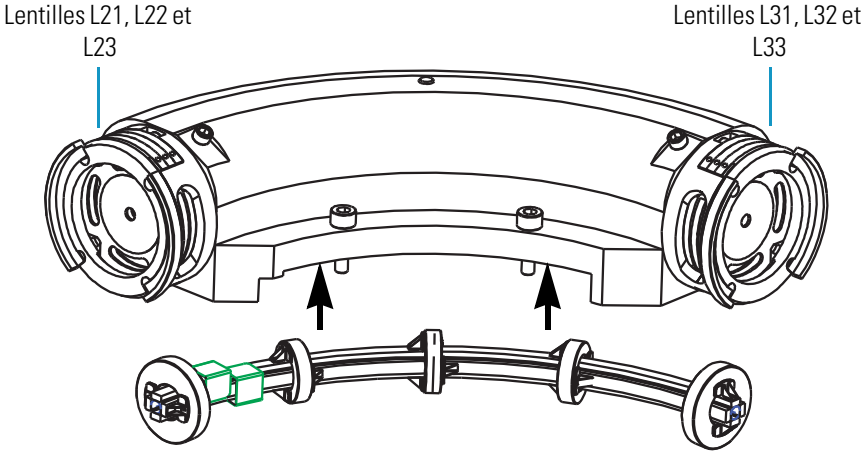


Figure 25. Quadripôle Q1 ou Q3 du TSQ Quantum Access ou du TSQ Quantum Access MAX



Q2 est un assemblage de barreaux quadripôlaires carrés. Il est toujours utilisé comme dispositif de transmission des ions. Les barres du quadripôle Q2 présentent une courbure sur un arc de 90 degrés. Outre la réduction d'encombrement de l'instrument qu'elle procure, cette courbure des barres réduit le risque de transmission d'ions neutres inutiles au détecteur tout en diminuant considérablement le niveau de bruit des données. Q2 est également appelé *cellule de collision*. En effet, d'un point de vue technique, la cellule de collision correspond à la chambre dans laquelle se trouve l'assemblage Q2 et où peut se produire la dissociation induite par collision en cas de présence d'un gaz de collision comme l'argon. Voir la Figure 26.

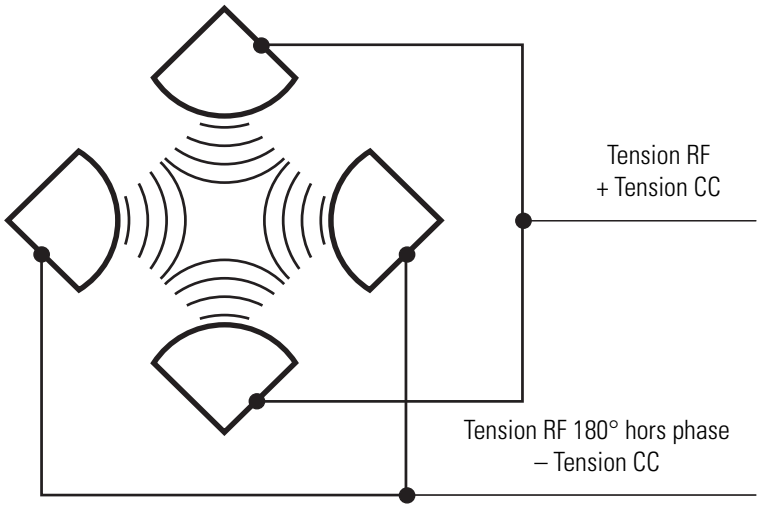
Figure 26. Cellule de collision (haut), quadripôle Q2 (bas) et lentilles



Champs RF et CC appliqués aux quadripôles

Dans un assemblage de barreaux quadripôlaires, comme les barreaux opposés sont connectés électriquement, on peut considérer que les quatre barreaux forment deux paires de deux barreaux chacune. Des tensions CA et CC sont appliquées aux barreaux et augmentent lors de l'acquisition. Des tensions de même intensité et polarité sont appliquées aux barreaux de chaque paire. Toutefois, les tensions appliquées aux différentes paires de barreaux sont égales en intensité mais opposées en polarité. Voir la Figure 27.

Figure 27. Polarité des tensions RF et CC appliquées aux barreaux des analyseurs Q1 et Q3



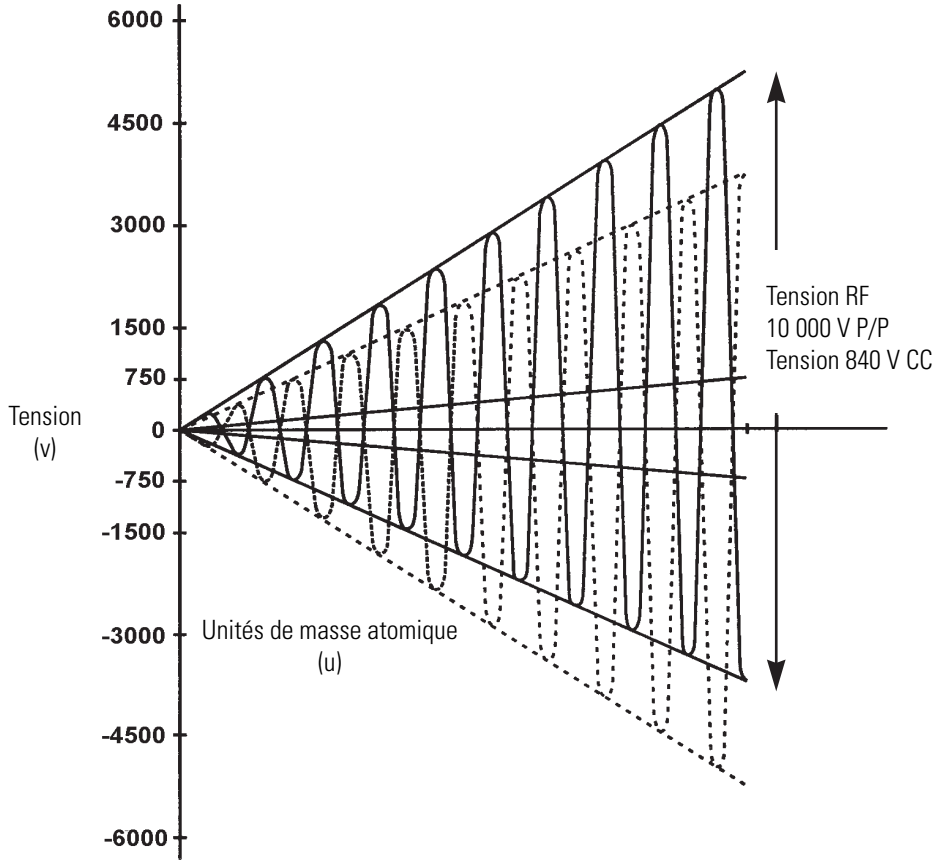
La tension CA appliquée aux barreaux du quadripôle est de fréquence constante (1,123 MHz). La tension RF appliquées aux barreaux varie de 0 à 10000 V crête-à-crête tandis que la tension CC varie de 0 à ±840 V. Des tensions de même intensité et polarité sont appliquées à chaque paire de barreaux. Toutefois, les tensions appliquées aux différentes paires de barreaux sont égales en intensité mais opposées en polarité.

Comme la fréquence de cette tension CA se situe dans la zone des radiofréquences, elle est appelée tension RF. Sur la Figure 28, la droite pleine représente la tension combinée RF et CC appliquée à une paire de barreaux et la droite en pointillé la tension combinée RF et CC appliquée à l'autre paire de barreaux. Le rapport tension RF/tension CC détermine la capacité du spectromètre de masse à séparer les ions de rapport masse/charge différent.

Le premier et le troisième assemblage de barreaux quadripôlaires (quadripôles Q1 et Q3) peuvent jouer le rôle d'analyseurs de masse ou de dispositif de transmission des ions. Quand des tensions RF et CC sont appliquées simultanément, Q1 et Q3 officient en tant qu'analyseurs. Quand seule une tension RF est appliquée, ils sont utilisés en tant que dispositifs de transmission des ions. Dans ce cas, les assemblages de barreaux quadripôlaires laissent passer les ions avec une grande fenêtre de rapports masse/charge.

L'assemblage de barreaux quadripôlaires (Q2) ne fonctionne qu'en configuration de transmission des ions. Cet assemblage Q2 se trouve au sein d'une cellule de collision où peut se produire la dissociation induite par collision (CID) en cas de présence d'un gaz de collision comme l'argon.

Figure 28. Intensité des tensions RF et CC appliquées aux barres des assemblages Q1 et Q3 (analyseurs de masse).



Analyse de masse

Les analyseurs de masse (Q1 et Q3) sont des arrangements carrés de barreaux hyperboliques ou rondes usinées et alignées avec précision. Ces barreaux sont alimentés avec un rapport variable de tensions RF/CC (voir la Figure 28). Ces potentiels sont utilisés pour créer un champ électrostatique qui induit des oscillations stables aux ions d'un rapport masse/charge spécifique et des oscillations instables à tous les autres ions.

À un moment donné, un ensemble particulier de valeurs de tension RF et CC est appliqué aux barreaux des analyseurs. Dans ces conditions, seuls les ions d'un rapport masse/charge spécifique (par exemple, *m/z* 180) ont des oscillations délimitées pendant leur transport à travers l'analyseur de masse.

Dans le même temps, tous les autres ions sont soumis à des oscillations instables et illimitées. Ils entrent en contact avec les surfaces des barreaux, deviennent des ions neutres et sont évacués ou éjectés de l'assemblage des barreaux.

Ensuite, les tensions RF et CC changent et les ions de rapport de masse/charge suivant (par exemple, *m/z* 181) parviennent à passer, tandis que tous les autres (y compris ceux de rapport *m/z* 180) deviennent à leur tour instables et ont des oscillations illimitées. Ce processus se poursuit, les ions de chaque rapport masse/charge donné étant transmis les uns après les autres, en fonction des changements de tension RF et CC. À la fin de l'acquisition, les tensions RF et CC sont ramenées à la valeur nulle (zéro) et le processus se répète.

Le système TSQ est en mesure de changer rapidement et précisément les potentiels appliqués aux barreaux des quadripôles. Les tensions RF et CC dans le spectromètre de masse TSQ peuvent être balayées sur toute la plage de masse du système, soit de *m/z* 10 à 3000, en 0,85 seconde.

Plus le champ électrostatique généré par un assemblage de barreaux quadripôlaires s'approche d'une géométrie hyperbolique, meilleures sont les caractéristiques de fonctionnement. Les barreaux des quadripôles de précision du spectromètre de masse TSQ offrent donc une sensibilité, des formes de pics et une résolution excellentes, ainsi qu'une capacité de transmission en masse très élevée.

Cellule de collision et efficacité de dissociation induite par collision (CID)

En mode de balayage MS/MS, le système TSQ applique, entre les balayages, une tension élevée de polarité opposée sur les paires de barreaux, ce qui a pour effet de vider la cellule de collision. Ce processus garantit qu'aucun ion ne demeure dans la cellule de collision d'un balayage à l'autre.

L'assemblage de barreaux quadripôlaires (Q2), également appelé cellule de collision, qui est toujours utilisé comme dispositif de transmission des ions, est un ensemble quadripôlaire de barreaux à profil carré. Une tension RF variable charge les barreaux, ce qui crée un champ électrostatique induisant des oscillations stables aux ions dans une grande fenêtre de rapports masse/charge.

La cellule de collision au sein de laquelle se trouve Q2 est généralement pressurisée aux environs de 1×10^{-3} à 4×10^{-3} Torr avec un gaz de collision (argon). C'est dans cette cellule que se produit la dissociation induite par collision (CID).

La CID est le processus qui décrit la collision d'un ion avec un atome ou une molécule neutre, puis sa dissociation en fragments de plus petite taille suite à la collision. Le mécanisme de dissociation implique la conversion d'une partie de l'énergie cinétique de déplacement de l'ion en énergie interne. La collision change l'état de l'ion qui devient excité. Si son énergie interne est suffisante, l'ion se fragmente.

Trois expressions permettent d'apprécier l'efficacité du processus CID.

- Efficacité de collecte
- Efficacité de fragmentation
- Efficacité CID globale

Efficacité de collecte : il s'agit du rapport de flux ionique mesuré à la sortie et à l'entrée de la cellule de collision. En l'absence de gaz de collision, le système TSQ affiche une efficacité de collecte de quasiment 100. Cette caractéristique est un paramètre fonction de la masse. Par exemple, avec une

pression moyenne en gaz de collision, l'efficacité de collecte peut varier d'environ 50 % pour des ions de masse comparativement moins importante (plus sujets à la diffusion) et de 75 % pour des ions de masse comparativement plus importante (moins sujets à la diffusion).

Efficacité de fragmentation : il s'agit de la fraction du flux ionique à la sortie de la cellule de collision qui résulte des ions fragmentés. L'efficacité de fragmentation dépend directement de la stabilité de l'ion et indirectement de sa masse. Plus l'ion est stable, moins de chances il existe pour qu'une collision puisse provoquer sa fragmentation. En outre, plus il est de masse importante, plus grande est sa capacité à distribuer l'énergie liée aux vibrations induites par une collision. De ce fait, son niveau de fragmentation peut être réduit.

Avec une pression moyenne en gaz de collision, l'efficacité de fragmentation peut varier de 15 à 65 % pour des composés différents. Lorsque la pression en gaz de collision augmente, l'efficacité de fragmentation pour tous les composés atteint pratiquement 100 % du fait des multiples collisions. Néanmoins, l'efficacité de collecte diminue en raison de la diffusion.

Efficacité CID globale : il s'agit du produit de l'efficacité de collecte et de l'efficacité de fragmentation. L'efficacité CID globale atteint son maximum avec une pression intermédiaire. Lorsque la pression dépasse la valeur maximale, un plus grand nombre de collisions se produisent, avec une probabilité de diffusion croissante et de moins en moins d'ions parviennent à traverser la cellule de collision. La diffusion entraîne une diminution de l'efficacité de collecte. L'efficacité de fragmentation diminue également parallèlement à la baisse de pression par rapport à son maximum du fait du nombre réduit de collisions.

Tension de décalage du quadripôle

La tension de décalage du quadripôle est un potentiel CC appliqué aux barreaux du quadripôle en plus de la rampe de tension CC. Elle est d'intensité et de polarité égales pour les deux paires de barreaux. Cette tension accélère ou décélère le transport des ions et détermine donc leur énergie cinétique de déplacement à leur entrée dans l'assemblage de barreaux quadripôlaires.

En général, pour une expérience donnée, le système TSQ utilise des tensions de décalage fixes pour Q1 et Q2. Cependant, dans le cadre d'expériences MS/MS, la tension de décalage appliquée à Q3 varie au cours du balayage. Le système TSQ calcule automatiquement la tension de décalage du quadripôle Q3 requise, puis modifie la tension, le cas échéant, lors de chaque balayage.

La tension de décalage appliquée à Q2 (qui comprend la cellule de collision) détermine l'énergie de collision. L'énergie de collision correspond à la différence de potentiel entre la source d'ions (où se forment les ions parents) et l'assemblage Q2 (où se produit la collision des ions avec le gaz). Si la tension de décalage appliquée à Q2 augmente, l'énergie cinétique de déplacement des ions parents croît également. L'augmentation de la tension de décalage appliquée à Q2 contribue donc à accroître l'énergie des collisions ion/argon. En général, l'énergie de collision a une valeur unique pour un balayage complet et peut être définie de 0 à ±200 V.

Avant l'obtention d'un spectre de masse quelconque, le système TSQ règle Q1 en mode de balayage Q1MS (tension RF appliquée exclusivement à Q2 et Q3) et Q3 en mode de balayage Q3MS (tension RF appliquée exclusivement à Q1 et Q2). Lors de ce réglage, le système TSQ détermine la tension de décalage optimale pour Q1 et Q3.

Lentilles de l'analyseur de masse

L'analyseur de masse du système TSQ utilise trois jeux de lentilles. Voir la Figure 26 à la page 29. Les lentilles présentes entre Q1 et Q2 sont appelées L21, L22, L23 ; celles situées entre Q2 et Q3 correspondent à L31, L32, L33 et enfin la lentille qui se trouve entre l'assemblage de barres Q3 et le système de détection des ions est appelée L4 (ou lentille de sortie). Toutes les lentilles sont munies d'un orifice circulaire en leur centre au travers duquel passe le faisceau des ions.

Les assemblages de lentilles permettent également de maintenir les trois assemblages de barreaux de façon à assurer leur alignement axial automatique et précis.

Le jeu de lentilles L2x (entre Q1 et Q2) et le jeu de lentilles L3x (entre Q2 et Q3) ont les fonctions suivantes :

- Ils réduisent la quantité de gaz de collision qui pénètre à l'intérieur des analyseurs de masse (Q1 et Q3) et qui provient de la cellule de collision (Q2). Pour la transmission de masses élevées, il est important de maintenir une pression faible dans les analyseurs de masse.
- Ils confinent le gaz de collision. Les lentilles L23 et L3 forment deux des parois de la cellule de collision, c'est pourquoi elles contribuent à confiner le gaz de collision dans la cellule de collision. Le gaz de collision parvient toutefois à s'échapper par les mêmes orifices que ceux au travers desquels le faisceau d'ions passe.
- Elles empêchent le gaz de pénétrer à l'intérieur des analyseurs. Les lentilles L22 et L21 d'un côté de l'assemblage Q2 et les lentilles L32 et L33 du côté opposé agissent comme des chicanes en bloquant l'accès aux analyseurs au gaz qui parvient à s'échapper de la cellule de collision.
- Elles protègent Q1 de la tension RF appliquée à Q2 et inversement (jeu de lentilles L2x) et Q3 de la tension RF appliquée à Q2 et inversement (jeu de lentilles L3x).
- Elles focalisent le faisceau des ions. Les trois lentilles qui se trouvent entre Q1 et Q2 (et celles présentes entre Q2 et Q3) forment une lentille d'ouverture à trois éléments. La première et la troisième lentille sont généralement réglées à des valeurs comparables ou identiques, tandis que la lentille centrale est réglée à une valeur différente (supérieure ou inférieure, selon le cas) de celle des deux autres.

La tension appliquée à chaque lentille peut varier de -300 à +300 V environ. Le plus souvent, la tension appliquée aux premier et troisième éléments du jeu de lentilles L2x est supérieure à la tension de décalage appliquée à Q1. Comme cette dernière est généralement réglée sur environ ±5 V (en fonction de la charge des ions étudiés), la tension appliquée aux lentilles L21 et L23 est normalement d'environ -10 V pour les ions positifs et de +10 V pour les ions négatifs. La tension appliquée à la lentille centrale du jeu de lentilles L2x est normalement d'environ ±225 V.

En mode de balayage Q3MS, la tension appliquée aux lentilles du jeu de lentilles L3x est de même ordre que celle appliquée aux lentilles correspondantes du jeu de lentilles L2x. Notez, cependant, qu'avec les modes de balayage MS/MS, la tension appliquée au jeu de lentilles L3x varie automatiquement avec la tension de décalage appliquée à Q3. Comme la tension de décalage du quadripôle Q3 augmente, les tensions appliquées aux lentilles croissent proportionnellement.

La lentille L4 est la lentille qui se trouve entre l'assemblage de barreaux Q3 et le système de détection des ions. Elle a un potentiel de terre constant. Son rôle consiste à protéger l'assemblage Q3 de la haute tension appliquée au système de détection des ions et à isoler ce dernier des tensions RF élevées appliquées à l'assemblage de barreaux Q3.

Système de détection des ions

Le spectromètre de masse TSQ est équipé d'un système de détection des ions excentré à haute sensibilité. Celui-ci fournit un rapport signal sur bruit élevé et permet d'alterner la polarité de la tension entre les modes de fonctionnement pour ions positifs et ions négatifs. Le système de détection comprend une dynode de conversion de 15 kV et un multiplicateur d'électrons à canal. Voir la Figure 29. Ce système se trouve à l'arrière du tube de vide, derrière l'analyseur de masse.

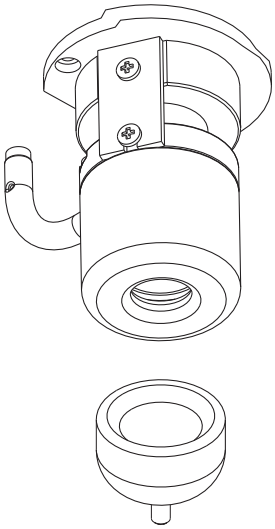
La dynode de conversion est une surface métallique concave située dans l'angle droit du faisceau d'ions. Le système TSQ applique à la dynode de conversion un potentiel de +15 kV pour la détection des ions négatifs ou de -15 kV pour la détection des ions positifs. Lorsqu'un ion entre en contact avec la surface de dynode de conversion, une ou plusieurs particules secondaires sont produites. Ces particules peuvent inclure des ions positifs, des ions négatifs, des électrons et des ions neutres. Quand des ions positifs viennent frapper la dynode de conversion de charge négative, les particules secondaires d'intérêt sont des ions négatifs et des électrons. Quand des ions négatifs viennent frapper la dynode de conversion de charge positive, les particules secondaires d'intérêt sont des ions positifs. La surface incurvée de la dynode de conversion focalise ces particules secondaires et un gradient de tension accélère les particules dans le multiplicateur d'électrons.

Le multiplicateur d'électrons est composé d'une cathode et d'une anode. La cathode du multiplicateur d'électrons est une résistance en oxyde de plomb de la forme d'un entonnoir. L'anneau haute tension applique un potentiel pouvant atteindre jusqu'à -2,5 kV à la cathode. L'extrémité de sortie de la cathode (au niveau de l'anode) a un potentiel proche d'un potentiel de terre.

L'anode du multiplicateur d'électrons se présente sous la forme d'une coupelle située à l'extrémité de sortie de la cathode. L'anode collecte les électrons produits par la cathode. Elle se visse dans l'orifice de passage de l'anode situé à la base de celle-ci.

Les particules secondaires provenant de la dynode de conversion frappent les parois internes de la cathode du multiplicateur d'électrons avec une énergie suffisante pour permettre l'éjection des électrons. Les électrons éjectés sont accélérés et transportés dans la cathode, portés par le gradient de potentiel positif croissant. La forme en entonnoir de la cathode empêche les électrons éjectés de parcourir une grande distance avant de frapper de nouveau la surface interne de la cathode, ce qui occasionne l'émission de nouveaux électrons. Une cascade d'électrons est ainsi créée pour produire finalement un courant mesurable à l'extrémité de la cathode, où l'anode procède à la collecte des électrons. Le courant collecté par l'anode est proportionnel au nombre de particules secondaires qui frappent la cathode.

Figure 29. Système de détection des ions avec le multiplicateur d'électrons (en haut) et la dynode de conversion (en bas)



Normalement, le gain du multiplicateur d'électrons est réglé sur environ 3×10^5 (autrement dit, pour chaque ion ou électron entrant, 3×10^5 électrons sortent) en mode MS et sur 2×10^6 en mode MS/MS. Le circuit de l'électromètre convertit le courant qui sort du multiplicateur d'électrons via l'anode en tension dont la valeur est enregistrée par l'ordinateur.

Le système de détection des ions du spectromètre de masse TSQ accroît le signal tout en diminuant le bruit. La haute tension appliquée à la dynode de conversion se traduit par une efficacité de conversion élevée et un signal amplifié. Cela signifie que pour chaque ion qui frappe la dynode de conversion, un nombre élevé de particules secondaires sont produites. L'augmentation de l'efficacité de conversion est plus prononcée avec les ions lourds qu'avec ceux de masse moindre.

Étant donné l'orientation excentrée du système de détection des ions par rapport à l'analyseur de masse, les molécules neutres provenant de ce dernier ont tendance à ne pas venir frapper la dynode de conversion ou le multiplicateur d'ions. Par conséquent, le bruit résultant des molécules neutres est réduit.

Matériel associé au système de vide et aux gaz d'admission

Le système de vide évacue la zone qui se trouve autour de l'interface avec la source d'ions, le système d'optique ionique, l'analyseur de masse et le système de détection des ions. Les principaux composants du système de vide sont les suivants :

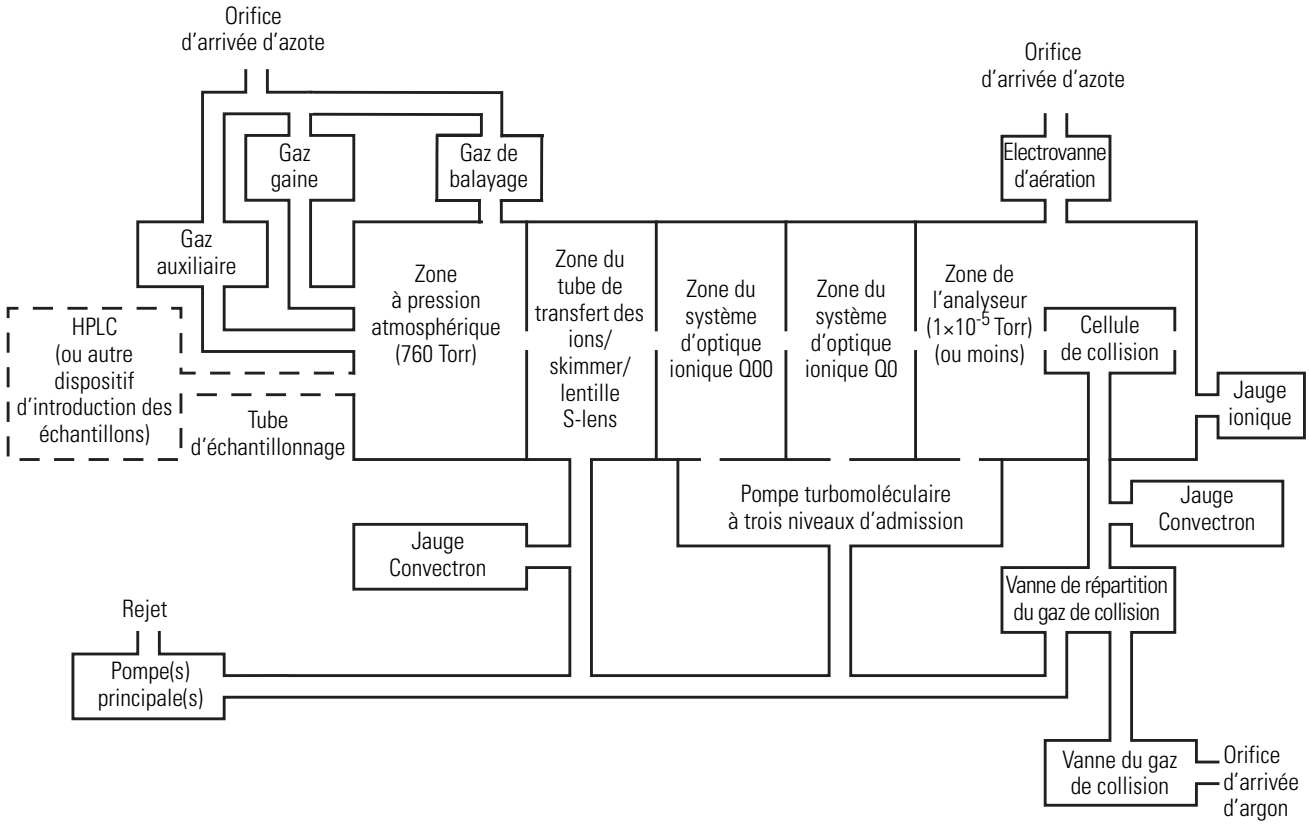
- Tube de vide
- Pompe turbomoléculaire
- Pompe primaire
- Jauges Convectron™
- Jauges ioniques

Le matériel associé aux gaz d'admission contrôle le débit du gaz de collision, du gaz gaine, du gaz auxiliaire et de l'air (pendant la remise à pression atmosphérique) à l'intérieur du spectromètre. Ce matériel comprend les composants suivants :

- Électrovanne d'aération
- Vannes de contrôle du débit de gaz de collision
- Vanne du gaz gaine
- Vanne du gaz auxiliaire

Un schéma de principe fonctionnel du système de vide et du matériel associé aux gaz d'admission est présenté à la Figure 30.

Figure 30. Schéma de principe fonctionnel du système de vide et du matériel associé aux gaz d'admission

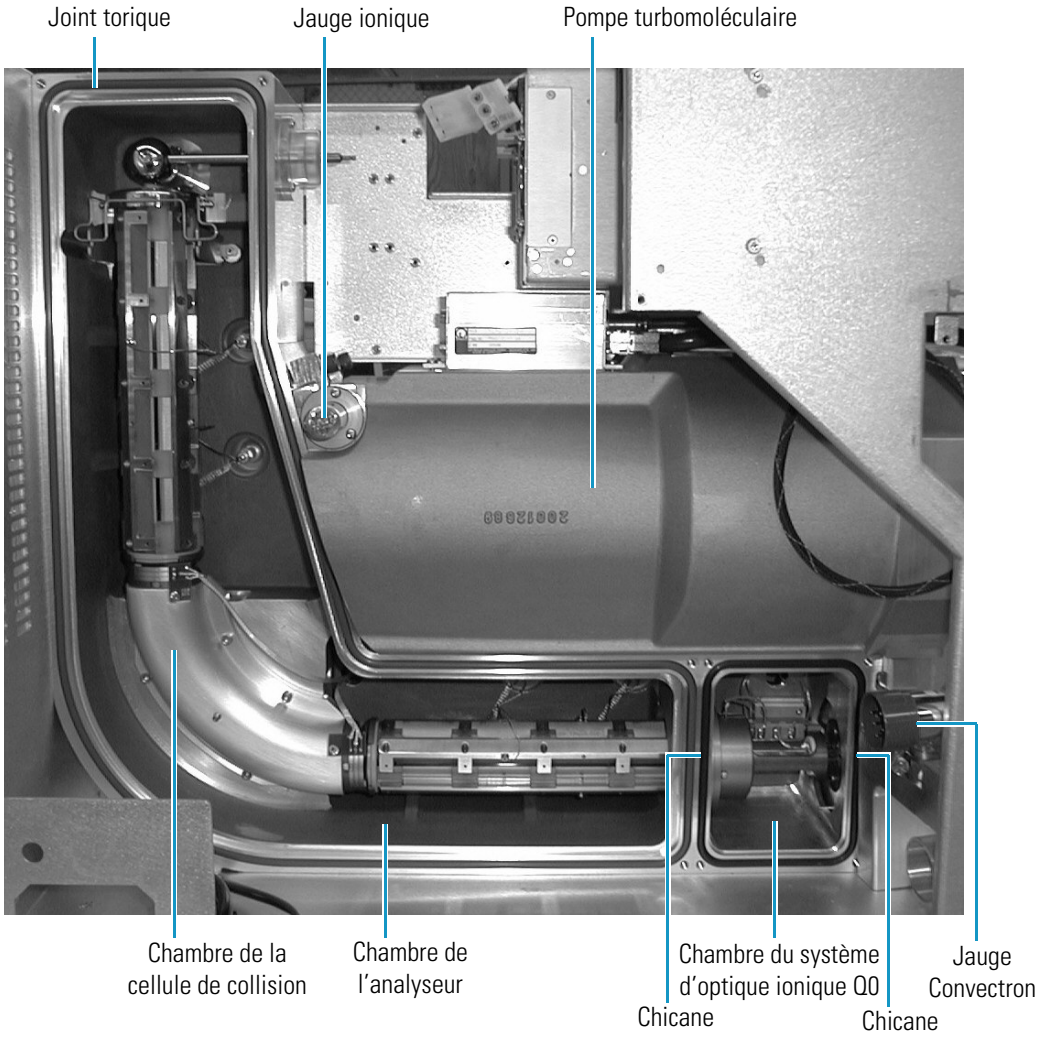

Orifice d'arrivée d'azote
Orifice d'arrivée d'azote
Gaz gaine
Gaz de balayage
Electrovanne d'aération
Gaz auxiliaire
Zone à pression atmosphérique (760 Torr)
Zone du tube de transfert des ions/ skimmer/ lentille S-lens
Zone du système d'optique ionique Q00
Zone du système d'optique ionique Q0
Zone de l'analyseur (1×10-5 Torr) (ou moins)
Cellule de collision
HPLC (ou autre dispositif d'introduction des échantillons)
Tube d'échantillonnage
Jauge ionique
Pompe turbomoléculaire à trois niveaux d'admission
Jauge Convectron
Jauge Convectron
Vanne de répartition du gaz de collision
Rejet
Pompe(s) principale(s)
Vanne du gaz de collision
Orifice d'arrivée d'argon

Tube de vide

Le tube de vide englobe l'interface avec la source d'ions, le système d'optique ionique, l'analyseur de masse et le système de détection des ions. Il se présente sous la forme d'une chambre en aluminium à parois épaisses dotée de deux couvercles latéraux amovibles, avec des ouvertures à l'avant, sur les côtés et sur le dessus, ainsi que plusieurs trous de passage et arrivées de gaz.

Le collecteur de dépression est divisé en quatre chambres par trois déflecteurs. Voir la Figure 31. La pompe primaire évacue l'intérieur de la première chambre, appelée zone de transfert des ions/skimmer. La troisième arrivée dans la section de la pompe à vide à trois niveaux d'admission évacue la zone intérieure de la deuxième chambre, appelée zone du système d'optique ionique Q00. L'orifice inter-étage de la pompe turbomoléculaire évacue la zone intérieure de la troisième chambre, appelée zone du système d'optique ionique Q0. L'orifice pour vide poussé de la pompe turbomoléculaire évacue la zone intérieure de la quatrième chambre, appelée zone de l'analyseur, à moins de 10^{-5} Torr. La pompe turbomoléculaire se décharge à son tour dans la pompe primaire, via la ligne primaire.

Figure 31. Tube de vide (vue intérieure)



La chambre de la cellule de collision, située à l'intérieur de la chambre de l'analyseur, a une pression en argon contrôlée par l'utilisateur comprise entre 1 et 4 mTorr lorsque la dissociation induite par collision (CID) est activée. L'argon présent dans la cellule de collision est évacué par la pompe primaire lorsque la CID est désactivée.

Le tube de vide est équipé des orifices/voies de passage et d'admission suivants.

- Un orifice de passage pour la haute tension destinée à la dynode de conversion
- Un orifice de passage pour la haute tension destinée au multiplicateur d'électrons
- Un orifice de passage pour le signal de courant ionique provenant de l'anode du multiplicateur d'électrons
- Deux orifices de passage pour la tension RF de l'assemblage Q1 quadripôle
- Deux orifices de passage pour la tension RF de l'assemblage Q3 quadripôle
- Un orifice de passage pour la tension RF de l'assemblage Q2 quadripôle
- Un orifice de passage pour les tensions des lentilles L21, L22, L23, L31, L32 et L33
- Un orifice de passage pour les tensions des lentilles L0, L11 et L12
- Un orifice de passage pour les tensions RF des systèmes d'optique ionique Q00 et Q0
- Un orifice de passage pour la tension de décalage de la lentille tubulaire, la tension de décalage du tube de transfert des ions et la tension du dispositif de chauffage du tube de transfert des ions
- Un raccordement pour le vide afin de mesurer la pression dans la zone de l'analyseur à l'aide de la jauge ionique
- Un orifice d'arrivée pour l'argon dans la cellule de collision
- Un orifice d'aération

Deux couvercles latéraux amovibles sur le côté gauche du tube de vide permettent d'accéder au système d'optique ionique Q0, à l'analyseur de masse et au système de détection des ions. Deux joints toriques conducteurs fournissent un joint d'étanchéité au vide entre les couvercles latéraux et le tube de vide.

Pompe turbomoléculaire

Une pompe turbomoléculaire à trois niveaux d'admission Leybold TW220/150/15S permet de mettre sous vide la zone du système d'optique ionique Q00, la zone du système d'optique ionique Q0 et la zone de l'analyseur du tube de vide. Cette pompe est montée sur le tube de vide (voir la Figure 31).

La pompe turbomoléculaire est dotée de trois orifices d'entrée :

- Un orifice d'entrée pour le vide poussé situé en haut de la pile de rotors qui permet d'évacuer la chambre de l'analyseur
- Un orifice d'entrée inter-étage situé à mi-chemin vers le bas de la pile de rotors qui est utilisé pour évacuer la chambre du système d'optique ionique Q0
- Un troisième orifice d'entrée dans la section de la pompe moléculaire qui sert à évacuer la chambre du système d'optique ionique Q00

La pompe turbomoléculaire est commandée par un contrôleur TDS Leybold et utilise une alimentation de +24 V CC (250 W). Le commutateur du disjoncteur de l'alimentation principale et le commutateur de service du système de vide permettent de couper ou de fournir l'alimentation requise à la pompe, ce que le commutateur de service de l'électronique ne permet pas de faire. Le refroidissement de la pompe s'effectue à l'air par le biais d'un ventilateur qui aspire l'air à l'avant de l'instrument.

L'alimentation de la pompe turbomoléculaire est coupée lorsque la pression de la ligne primaire mesurée par la jauge Convectron est trop élevée ou quand la température turbomoléculaire dépasse le seuil défini.

Pompe primaire

Une (TSQ Quantum Access et TSQ Quantum Access MAX) ou deux (TSQ Vantage et TSQ Quantum Ultra) pompe(s) primaire(s) Edwards™ E2M30 établissent le vide nécessaire au fonctionnement correct de la pompe turbomoléculaire. La pompe primaire évacue également la vanne d'arrivée et la cellule de collision. Le déplacement maximal de la pompe est de 650 l/min, et elle maintient une pression minimale d'environ 1 Pa (0,01 Torr).

La pompe primaire se raccorde à la pompe turbomoléculaire via une section en PVC renforcé. Le câble d'alimentation de la pompe primaire se branche à la prise étiquetée *Forepump* (pour Pompe principale) du tableau d'alimentation (voir la Figure 13 à la page 20). Cette prise permet d'alimenter la pompe et est contrôlée par le commutateur du disjoncteur de l'alimentation principale et le commutateur de service du système de vide, mais pas par le commutateur de service de l'électronique.

MISE EN GARDE Vous devez toujours brancher le câble d'alimentation de la pompe primaire aux prises étiquetées *Forepump* sur le tableau d'alimentation de droite du spectromètre de masse. Ne le branchez jamais à une prise murale.

Jauges Convectron

Une jauge Convectron™ mesure la pression dans la vanne d'admission et la ligne primaire, qui relie la pompe turbomoléculaire et la pompe primaire. Cette jauge utilise un pont Wheatstone équipé d'une résistance dont le fonctionnement est basé sur la température pour mesurer la pression en fractions de milliTorr. Une deuxième jauge Convectron détermine la pression de l'argon dans la cellule de collision.

Jauges ioniques

Une jauge Granville-Phillips™ 342™ Mini ion permet de mesurer les pressions de la zone de l'analyseur du tube de vide. Cette jauge produit des électrons énergétiques qui provoquent l'ionisation des molécules dans la jauge ionique. Les ions positifs formés dans la jauge ionique sont ensuite attirés vers un collecteur. Le courant du collecteur est proportionnel à la pression dans le tube de vide. La jauge ionique participe également à la protection du vide.

Électrovanne d'aération

L'électrovanne d'aération, qui se trouve dans la zone de l'assemblage Q2, permet au tube de vide d'être ventilé avec l'azote sec. Il s'agit d'une vanne commandée par solénoïde et contrôlée par la carte de retard d'aération. Lorsque le solénoïde est activé, la vanne est fermée. En cas de panne d'alimentation ou de réglage du commutateur du disjoncteur de l'alimentation principale sur la position Off (O), un condensateur 4 Farad intégré au module d'entrée d'alimentation maintient le solénoïde en position fermée pendant plusieurs minutes. Si l'alimentation n'est pas rétablie passé ce délai, le solénoïde s'ouvre et le système est ventilé avec l'azote sec. L'azote sec (35 kPa [5 psi], pur à 99 %) pénètre dans le spectromètre de masse via un orifice de 1/4 pouce situé sur le côté gauche de l'instrument. Voir la Figure 32. L'électrovanne d'aération se ferme une fois l'alimentation du spectromètre rétablie.

Vannes de contrôle du débit de gaz de collision

Les vannes de commande de débit du gaz de collision commandent débit d'argon de collision entrant et sortant de la cellule de collision Q2. Une électrovanne ferme l'arrivée d'argon dans la cellule. La pression du gaz de collision est régulée par une vanne proportionnelle commandée par le système de données. Vous pouvez régler la pression du gaz de collision (entre 0 et 5 milliTorr) dans la boîte de dialogue Define Scan de la fenêtre de réglage EZ Tune.

Les ions pénètrent dans la cellule de collision Q2, entrent en contact avec l'argon puis, du fait de la collision, se dissocient en fragments de plus petite taille. Voir la section « Cellule de collision et efficacité de dissociation induite par collision (CID) » à la page 31.

L'argon (135 ± 70 kPa [20 ± 10 psi], pur à 99,995 % minimum) pénètre dans le spectromètre de masse via un orifice de 1/8 -pouce situé sur le côté gauche de l'instrument. Voir la Figure 32.

Une deuxième vanne proportionnelle permet à la pompe primaire d'évacuer l'argon et les résidus de gaz de la cellule de collision Q2. La CID est alors désactivée. Le spectromètre de masse TSQ ouvre et ferme automatiquement la vanne d'évacuation du gaz de collision, selon que l'assemblage Q2 agit en tant que dispositif de transmission des ions ou en tant que cellule de collision.

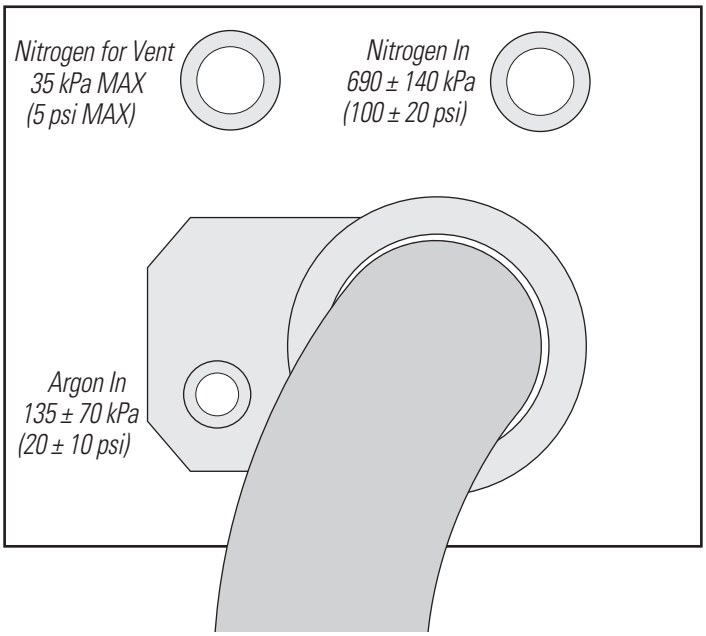
Vanne du gaz d'isolation

La vanne du gaz gaine commande le débit de gaz gaine (azote) dans la source API. L'azote sec (690 ± 140 kPa [100 ± 20 psi], d'une pureté de 99%) pénètre dans le spectromètre de masse par un orifice de 62 mm environ sur le côté gauche du spectromètre de masse. Voir la Figure 32. Une électrovanne d'arrêt démarre et arrête le débit d'azote dans la source API. Le système de données commande une vanne qui régule la pression du gaz gaine. Vous pouvez régler le débit du gaz gaine (de 0 à 100 en unités arbitraires) dans la boîte de dialogue Ion Source (Source d'ions) depuis la fenêtre de réglage EZ Tune. Le gaz gaine pénètre dans la source API par un tuyau ID de 31 mm environ.

Vanne du gaz auxiliaire

La vanne du gaz auxiliaire commande le débit de gaz auxiliaire (azote) dans la source API. L'azote sec (690 ± 140 kPa [100 ± 20 psi], d'une pureté de 99 %) pénètre dans le spectromètre de masse par un orifice de 62 mm environ sur le côté gauche du spectromètre de masse. Une électrovanne d'arrêt démarre et arrête le débit d'azote dans la source API. La pression du gaz auxiliaire est régulée par une vanne proportionnelle commandée par le système de données. Vous pouvez régler le débit du gaz auxiliaire (de 0 à 60 en unités arbitraires) dans la boîte de dialogue Ion Source (Source d'ions). Le gaz auxiliaire pénètre dans la source API par un tuyau ID de 31 mm environ.

Figure 32. Arrivées d'azote et d'argon



Assemblages électroniques

Les assemblages électroniques qui contrôlent le fonctionnement du spectromètre de masse sont répartis sur plusieurs cartes et autres modules situés dans la tour, dans l'ordinateur embarqué et sur ou autour le tube de vide de l'instrument.

Le module d'entrée d'alimentation fournit le contrôle de l'alimentation du spectromètre de masse, une interface de fermeture à contact, le contrôle de la vanne d'aération et une connexion Ethernet 100 base-T entre la carte de contrôle du système et l'ordinateur. Il intègre également un circuit de protection contre les pannes de la pompe mécanique (relié à la commande de l'électrovanne d'aération), un bouton de réinitialisation du système, des témoins DEL d'état et des ports d'accès destinés à la maintenance. Le tableau d'alimentation de droite, présenté à la Figure 13 page 20, fait partie intégrante du module d'entrée d'alimentation.

Ce module accepte l'alimentation secteur, la filtre et la distribue aux différents composants du spectromètre de masse. Il comprend les composants suivants :

- Commutateur du disjoncteur de l'alimentation principale
- Limiteur de surcharge
- Filtre de ligne
- Commutateur de service de l'électronique
- Commutateur de service du système de vide

Le centre névralgique du spectromètre de masse est la carte électronique du contrôle du système. Cette carte et l'ordinateur embarqué abritent les composants suivants :

- Processeur PowerPC
- Bus SPI (Serial Peripheral Interconnect)

- Coprocesseur d'E/S
- Bus Sharc (Super Harvard Architecture Computer)
- DSP générateur de balayage
- DSP processeur des acquisitions
- Pont Interbus
- Port Ethernet 100 base-T

Les assemblages électroniques de génération des tensions RF produisent les tensions RF de la lentille S-lens (TSQ Vantage uniquement) et des assemblages Q00, Q0, Q1, Q2 et Q3 nécessaires à la transmission des ions et à l'exécution des analyses de masse. Les cartes électroniques de contrôle de l'analyseur et du système contrôlent toutes les tensions RF.

Les circuits d'amplification des tensions RF des assemblages Q1 et Q3 sont identiques de même que ceux de Q0 et Q2.

Les assemblages électroniques de génération des tensions RF comprennent les composants suivants :

- Oscillateur RF
- Carte électronique d'amplification des tensions RF
- Carte électronique du filtre passe-bas
- Bobine de tension RF
- Détecteur de tension RF
- DAC de masse
- Amplificateur d'intégration

Les assemblages électroniques du système de détection des ions fournissent la haute tension au multiplicateur d'électrons et à la dynode de conversion du système de détection des ions. Ils reçoivent également le signal du courant de sortie du multiplicateur d'électrons, puis le convertissent en tension (via le circuit de l'électromètre) qu'ils transmettent à l'ordinateur embarqué.

Les assemblages électroniques du système de détection des ions intègrent les composants suivants :

- Alimentation du multiplicateur d'électrons
- Alimentation de la dynode de conversion
- Carte électronique de l'électromètre
- DSP des acquisitions

La carte électronique de contrôle de l'analyseur comporte les différents circuits qui permettent de contrôler et de surveiller le fonctionnement de la source d'ions, des systèmes d'optique ionique, de l'analyseur de masse et du système de détection des ions. Ces circuits sont eux-mêmes contrôlés par le processeur PowerPC de la carte de contrôle du système via le bus SPI.

La carte électronique de contrôle de l'analyseur permet de contrôler et de surveiller les tensions RF appliquées aux quadripôles Q0, Q1, Q2 et Q3. Il comprend également des dispositifs d'attaque en tension de lentille qui convertissent l'alimentation ±330 V CC de la carte du pilote de barreaux CC en tensions CC qui sont appliquées aux lentilles.

Ordinateur

L'ordinateur contrôle et surveille le fonctionnement du spectromètre de masse TSQ. Il traite également les données acquises par le spectromètre. L'ordinateur comprend les composants suivants :

- Matériel associé à l'ordinateur
- Interface ordinateur / spectromètre de masse / LC
- Interface ordinateur / réseau local

Matériel associé à l'ordinateur

L'ordinateur présente les principales caractéristiques suivantes :

- Processeur Intel™ Pentium™ IV
- Unité de disque dur haute capacité
- Lecteur de CD-ROM enregistrables/réinscriptibles
- Port Ethernet principal (ordinateur vers spectromètre)
- Port Ethernet secondaire (ordinateur vers réseau local)
- Carte graphique hautes performances
- Lecteur de DVD
- Ecran couleur, résolution 1027 × 1280
- Clavier et souris
- Imprimante laser

Pour de plus amples informations concernant l'ordinateur, reportez-vous aux manuels appropriés.

Interface ordinateur / spectromètre de masse / LC

Le système de données de l'ordinateur contient un adaptateur Ethernet 100 base-T (appelé adaptateur Ethernet principal), dédié aux communications système de données/spectromètre de masse/LC. Cet adaptateur Ethernet principal communique avec le spectromètre de masse, le détecteur de PDA Accela et un échantillonneur automatique via un commutateur Ethernet 10/100 base-T. L'adaptateur Ethernet sur le spectromètre de masse est situé sur la carte à circuit imprimé de commande du système. Un câble Ethernet à paire torsadée raccorde l'adaptateur Ethernet principal du système de données au connecteur Ethernet du panneau d'alimentation du spectromètre de masse. Voir la Figure 33. Le spectromètre de masse communique avec la pompe LC Accela via une connexion USB.

Interface ordinateur / réseau local

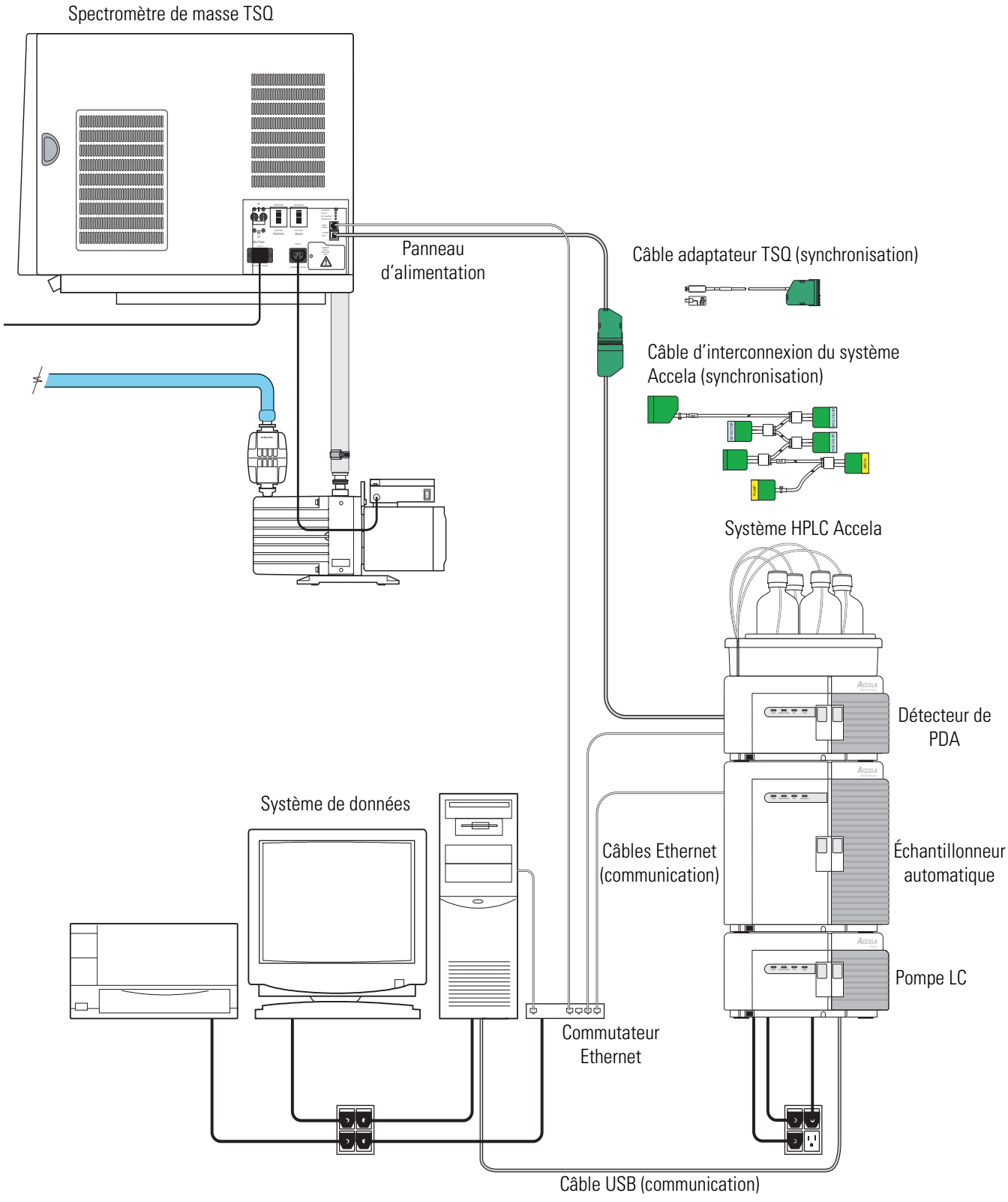
L'ordinateur comprend un adaptateur Ethernet secondaire qui n'est pas impliqué dans les communications entre l'ordinateur, le spectromètre de masse ou la LC. Vous pouvez utiliser cet adaptateur Ethernet secondaire pour accéder à votre réseau local.

Imprimante

Une imprimante laser haute résolution communique avec l'ordinateur via le réseau local. Reportez-vous au manuel fourni par le fabricant de l'imprimante pour de plus amples détails sur celle-ci.

Vous pouvez configurer votre imprimante dans la boîte de dialogue Mise en page. Pour ouvrir la boîte de dialogue Mise en page, sélectionnez **Fichier > Mise en page** dans n'importe quelle fenêtre.

Figure 33. Diagramme d'interconnexion du système TSQ, présentant le spectromètre de masse TSQ, le HPLC Accela et le système de données



Arrêt, démarrage et réinitialisation du système

De nombreuses procédures de maintenance du système TSQ exigent l'arrêt complet du spectromètre de masse. De plus, il est possible d'activer le mode de veille du spectromètre de masse TSQ en cas d'inutilisation du système pendant une période de 12 heures ou plus.

Contenu

- Arrêt d'urgence du système
- Activation du mode de veille du système
- Arrêt complet du système
- Redémarrage du système après un arrêt complet
- Réinitialisation du spectromètre de masse
- Réinitialisation de l'ordinateur
- Arrêt de composants sélectionnés du spectromètre de masse

Arrêt d'urgence du système

Pour arrêter d'urgence le spectromètre, suivez la procédure ci-dessous.

MISE EN GARDE Placez le commutateur du disjoncteur de l'alimentation principale, situé sur le tableau d'alimentation du panneau droit du spectromètre de masse en position d'arrêt Off (O). Voir la Figure 34 et la Figure 35. Cette opération coupe toute l'alimentation du spectromètre de masse, y compris celle des pompes à vide. Bien qu'une coupure soudaine de l'alimentation ne puisse pas endommager les composants du système, dans des conditions normales d'utilisation il est préférable de ne pas arrêter le système en utilisant l'interrupteur du disjoncteur de l'alimentation principale. Pour connaître les instructions recommandées, reportez-vous à la section « Arrêt complet du système » à la page 50.

Pour arrêter d'urgence la LC, l'échantillonneur automatique et l'ordinateur, utilisez les commutateurs Marche/Arrêt respectifs de ces composants.

Figure 34. Panneau d'alimentation du TSQ Vantage ou TSQ Quantum Ultra, indiquant le commutateur du coupe-circuit secteur, le commutateur de service électronique et le bouton de réinitialisation du système

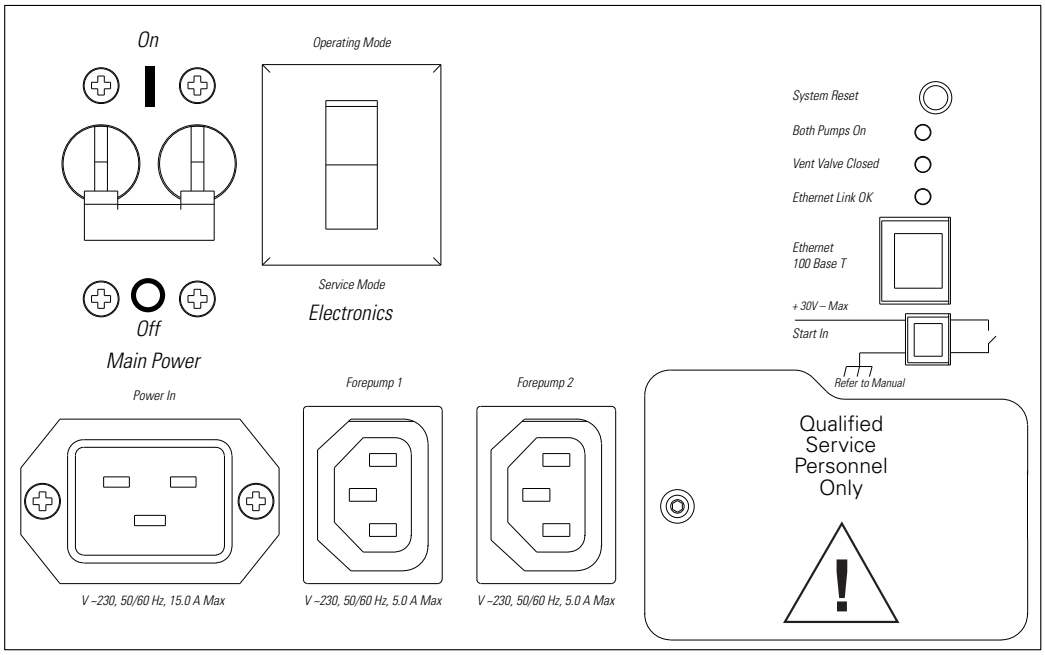
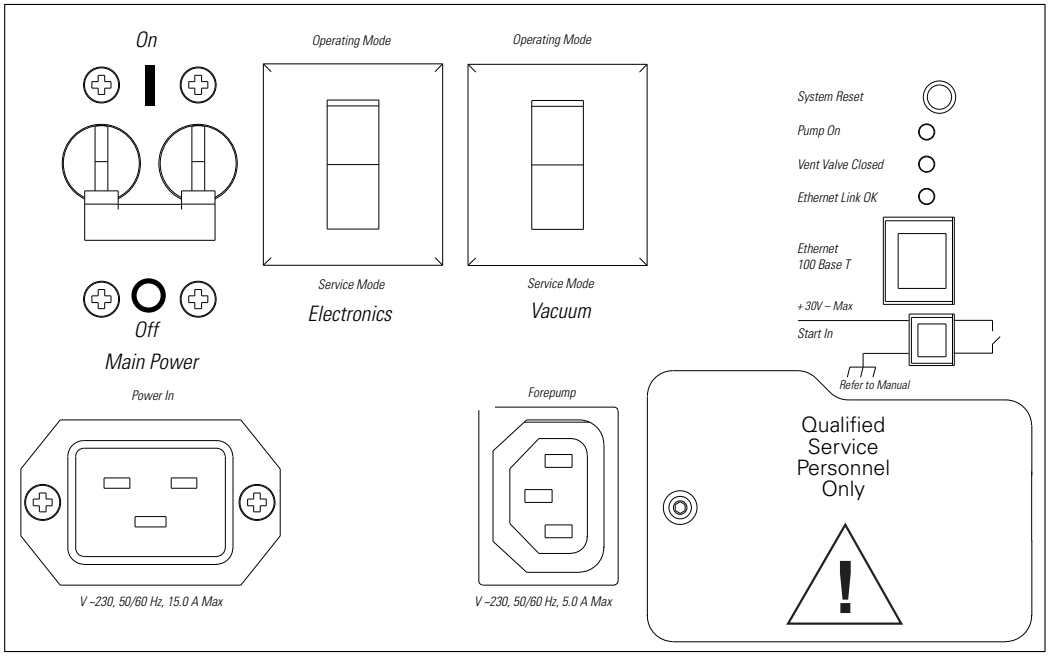


Figure 35. Panneau d'alimentation du TSQ Quantum Access ou TSQ Quantum Access MAX, indiquant le commutateur du coupe-circuit secteur, le commutateur de service électronique, le commutateur de service du vide et le bouton de réinitialisation du système



Activation du mode de veille du système

Si vous envisagez de ne pas utiliser le système TSQ pendant une courte période de temps, comme la nuit ou durant les week-ends, il n'est pas nécessaire de l'arrêter complètement. Pour les périodes d'inactivité de 12 heures ou plus, il est possible d'activer le mode de veille du système.

❖ Pour activer le mode de veille du système TSQ

1. Le cas échéant, attendez la fin du processus d'acquisition de données.
2. Arrêtez le débit de liquide entre la LC (ou tout autre dispositif d'introduction des échantillons) et la source API.
   a. Choisissez **Démarrer > Programmes > Thermo Instruments > TSQ > TSQ Tune** pour ouvrir la fenêtre de réglage EZ Tune.
   b. Dans la fenêtre de réglage EZ Tune, sélectionnez **Setup (Configuration) > Inlet Direct Control (Commande directe de l'arrivée)**. La vue Inlet Direct Control (Commande directe de l'arrivée) s'affiche.
   c. Cliquez sur l'onglet **LC** puis sur (Arrêt) pour arrêter la pompe LC.
3. Dans la fenêtre de réglage EZ Tune, choisissez **Control (Commande) > Standby (Veille)** (ou cliquez sur le bouton **Marche/veille**) pour placer le spectromètre de masse en veille.

   Lorsque vous sélectionnez Control > Standby, le système TSQ met hors tension le multiplicateur d'électrons, la dynode de conversion et coupe l'alimentation de 8 kV de la source API et les tensions RF appliquées à l'analyseur et au système d'optique ionique. Il coupe également le gaz auxiliaire et règle le débit du gaz gaine sur zéro. Reportez-vous au Tableau 2 page 57 pour connaître les états Marche/Arrêt des composants du spectromètre de masse lorsque celui-ci est programmé en mode de veille. Le témoin DEL système situé sur le panneau avant du spectromètre de masse s'allume en jaune lorsque le système est en mode de veille.
4. Rincez le cône de balayage ionique et le tube de transfert des ions de la source API conformément aux instructions de la section « Nettoyage du cône de balayage ionique et du tube de transfert des ions » à la page 64.
5. Laissez le spectromètre de masse sous tension.
6. Laissez la LC sous tension.
7. Laissez l'échantillonneur automatique sous tension.
8. Laissez l'ordinateur sous tension.

Arrêt complet du système

Procédez à l'arrêt complet du système TSQ uniquement lorsque vous ne prévoyez pas de l'utiliser pendant une période prolongée ou en cas d'intervention de maintenance ou de procédure d'entretien nécessitant sa mise hors tension. En cas d'inactivité de courte durée, comme la nuit ou durant les week-ends, vous avez la possibilité de placer le système en mode de veille. Voir la section « Activation du mode de veille du système. »

❖ Pour arrêter complètement le système TSQ

1. Arrêtez le débit de liquide entre la LC (ou tout autre dispositif d'introduction des échantillons) et la source API. Pour arrêter le débit de phase mobile entre la LC et la source API, procédez comme suit :
   a. Choisissez **Démarrer > Programmes > Thermo Instruments > TSQ > TSQ Tune** pour ouvrir la fenêtre de réglage EZ Tune.
   b. Dans la fenêtre de réglage EZ Tune, sélectionnez **Setup (Configuration) > Inlet Direct Control (Commande directe de l'arrivée)**. La vue Inlet Direct Control (Commande directe de l'arrivée) s'affiche.
   c. Cliquez sur l'onglet **LC** puis sur (Arrêt) pour arrêter la pompe LC.
2. Dans la fenêtre de réglage EZ Tune, choisissez **Control (Commande) > Standby (Veille)** (ou cliquez sur le bouton **Marche/veille/arrêt**) pour arrêter le spectromètre de masse.

Marche Arrêt Veille

3. Réglez le commutateur de service de l'électronique, situé sur le tableau d'alimentation (voir la Figure 34 et la Figure 35), en position Mode Service.
4. Sur le TSQ Quantum Access ou le TSQ Quantum Access MAX, placez le commutateur de service du vide, situé sur la panneau d'alimentation (voir la Figure 35 à la page 48), en position Service Mode.
5. Réglez le commutateur du disjoncteur de l'alimentation principale, situé sur le tableau d'alimentation (voir la Figure 34 et la Figure 35) en position d'arrêt Off (O). Lorsque vous réglez le commutateur du disjoncteur de l'alimentation principale en position d'arrêt, Off (O), les événements suivants se produisent :
   - L'alimentation du spectromètre de masse est coupée. Tous les témoins DEL situés sur le panneau avant du spectromètre de masse sont éteints.
   - Un condensateur situé sur le circuit imprimé de retard d'aération fournit l'alimentation à l'électrovanne d'aération pendant deux à quatre minutes (pour permettre à la pompe turbomoléculaire de ralentir progressivement sa rotation). Une fois le condensateur déchargé, l'alimentation du solénoïde de la vanne d'aération est coupée. À ce moment, la vanne d'aération s'ouvre et la remise sous pression atmosphérique du tube de vide s'effectue avec l'air filtré.
   - Au bout de deux minutes, la pression du tube de vide atteint la pression atmosphérique.

6. Débranchez le câble d'alimentation du spectromètre de masse.

MISE EN GARDE Laissez refroidir les composants chauffés avant toute opération de maintenance.

Remarque Si vous envisagez d'effectuer des opérations de maintenance système routinière ou préventive sur le spectromètre de masse uniquement, il n'est pas nécessaire d'arrêter la LC, l'argon et l'azote, l'ordinateur ni l'échantillonneur automatique. Dans ce cas, la procédure d'arrêt est terminée. Toutefois, si vous ne prévoyez pas d'utiliser le système pendant une période prolongée, Thermo Fisher Scientific recommande d'arrêter la LC, l'ordinateur et l'échantillonneur automatique, conformément aux instructions fournies aux étapes 7 à 12.

7. Arrêtez la LC (optionnel). Suivez la procédure décrite dans le manuel fourni avec la LC.
8. Coupez l'alimentation en gaz de collision (argon) au niveau du réservoir.
9. Coupez l'alimentation en azote au niveau du réservoir.
10. Arrêtez l'ordinateur :
    a. Sélectionnez **Démarrer > Arrêter l'ordinateur** dans la barre des tâches Windows™. La boîte de dialogue Arrêter l'ordinateur de Windows s'affiche.
    b. Pour démarrer la procédure d'arrêt Windows, sélectionnez **Arrêter** et cliquez sur **OK**.
11. Éteignez l'imprimante laser à l'aide du commutateur Marche/Arrêt.
12. Éteignez l'échantillonneur automatique à l'aide du commutateur Marche/Arrêt.

Redémarrage du système après un arrêt complet

Pour redémarrer le système TSQ après un arrêt complet, suivez les procédures ci-dessous :

- Démarrage de la LC (facultatif)
- Démarrage de l'ordinateur
- Démarrage du spectromètre de masse
- Démarrage de l'échantillonneur automatique (facultatif)
- Réglage des conditions d'utilisation

Démarrage de la LC

Pour démarrer le LC, suivez la procédure décrite dans le manuel livré avec le LC. Au besoin, configurez le LC comme indiqué dans le *Guide de connexion de la gamme TSQ*. N'ouvrez pas le flux de liquide vers le spectromètre de masse.

Démarrage de l'ordinateur

❖ **Pour démarrer l'ordinateur**

1. Mettez sous tension l'écran, l'ordinateur et l'imprimante.
2. Suivez la procédure de démarrage Windows XP sur l'écran et appuyez sur CTRL+ALT+SUPPR lorsque vous y êtes invité.
3. Dans la boîte de dialogue Informations d'ouverture de session, cliquez sur **OK** ou saisissez votre mot de passe (le cas échéant).

Démarrage du spectromètre de masse

❖ **Pour démarrer le spectromètre de masse**

Remarque Avant de démarrer le spectromètre de masse il faut que l'ordinateur soit allumé et en état de fonctionnement. Le spectromètre de masse ne fonctionnera pas tant qu'il ne recevra pas une connexion logiciel à partir de l'ordinateur.

1. Activez la circulation de l'argon et de l'azote au niveau des réservoirs si leur débit a été coupé.
2. Vérifiez que le coupe-circuit de l'alimentation secteur est en position Off (O) et que les commutateurs de service électronique et du vide (TSQ Quantum Access ou TSQ Quantum Access MAX) sont tous deux en position Service Mode.
3. Branchez le câble d'alimentation du spectromètre de masse.
4. Réglez le commutateur du disjoncteur de l'alimentation principale sur la position On (|). Lorsque vous effectuez cette opération, les composants du spectromètre qui ne sont pas concernés par le réglage des commutateurs de service de l'électronique et du système de vide sont alimentés.
5. Sur le TSQ Quantum Access ou TSQ Quantum Access MAX, placez le commutateur de service du vide en position de fonctionnement.
6. Réglez le commutateur de service de l'électronique sur Operational. Une fois le commutateur de service de l'électronique réglé sur la position Operational, les événements suivants se produisent :
   - Le témoin DEL d'alimentation situé sur le panneau avant du spectromètre de masse s'allume en vert pour indiquer que l'électronique de l'instrument est alimentée. Les tensions RF ne sont pas appliquées au multiplicateur d'électrons, à la dynode de conversion, à la source d'ions, à l'analyseur ni au système d'optique ionique.
   - L'ordinateur embarqué est réamorcé. Après quelques secondes, le témoin DEL de communication situé sur le panneau avant s'allume en jaune pour indiquer que l'ordinateur et le spectromètre de masse tentent de communiquer.
   - Après quelques secondes, le témoin DEL de communication s'allume en vert pour indiquer que la communication est établie entre l'ordinateur et le spectromètre. Le logiciel pour le fonctionnement du spectromètre de masse est alors transféré de l'ordinateur vers le spectromètre.
   - Après trois minutes, le témoin DEL système s'allume en jaune pour indiquer que le transfert du logiciel de l'ordinateur vers le spectromètre est terminé et que ce dernier est en veille.

- Le témoin DEL de vide situé sur le panneau avant du spectromètre reste éteint jusqu'à ce que la pompe turbomoléculaire atteigne 80 % de sa vitesse opérationnelle de 750 Hz. À ce moment, la jauge ionique est mise sous tension et le témoin DEL de vide s'allume en jaune. Celui-ci passe au vert mais la haute tension ne peut être activée que si la pression mesurée par la jauge ionique dans la zone de l'analyseur est inférieure à la valeur de pression maximum acceptable de 7×10^{-4} Torr.

Si vous utilisez un échantillonneur automatique, passez à la section suivante, « Démarrage de l'échantillonneur automatique. » Sinon passez directement à la section « Réglage des conditions d'utilisation. »

Démarrage de l'échantillonneur automatique

❖ **Pour démarrer l'échantillonneur automatique**

Placez le commutateur d'alimentation secteur de l'échantillonneur automatique en position de fonctionnement. Configurez l'échantillonneur automatique au besoin. Pour les procédures de positionnement des flacons d'échantillons, la préparation du solvant et des bouteilles de récupération, l'installation des seringues etc. consultez le manuel livré avec l'échantillonneur automatique. Consultez également le *Guide de connexion de la gamme TSQ*.

Réglage des conditions d'utilisation

❖ **Pour régler le spectromètre de masse TSQ à des fins d'utilisation**

1. Avant de pouvoir commencer à acquérir des données avec votre système TSQ, laissez-le se stabiliser pendant au moins une heure. L'utilisation du système avec une quantité d'air et d'eau excédentaire dans le tube de vide peut affecter la sensibilité, occasionner des problèmes de réglage et réduire la durée de vie du multiplicateur d'électrons.
2. Assurez-vous que les pressions d'argon et d'azote se situent dans les limites d'utilisation [argon : 135 ±70 kPa (20 ±10 psig), azote : 690 ±140 kPa (100 ±20 psig)].

   Remarque Pour ne pas affecter les performances du spectromètre de masse, l'air présent dans la ligne d'argon doit être purgé.
3. Dans la fenêtre de réglage EZ Tune, choisissez **View (Vue) > Instrument Status (État de l'instrument)** et examinez cette fenêtre. Vérifiez que la pression de la jauge ionique est inférieure à environ 5×10^{-6} Torr, et que la pression de la pompe primaire est inférieure à environ 50 mTorr (le tube de transfert des ions étant obturé par un bouchon septum).
4. Retirez le bouchon septum qui obture l'orifice du tube de transfert des ions.
5. Configurez la source API pour fonctionner comme indiqué dans le *Manuel du matériel de la source API Max et Ion Max-S,* le *Guide d'utilisation de la sonde HESI-II,* le *Guide d'utilisation de la sonde H-ESI,* le *Manuel de l'opérateur de la source d'ions nano-spray* et le *Guide de démarrage rapide de la gamme TSQ*.

Remarque Il n'est pas nécessaire d'étalonner et de régler de nouveau le spectromètre de masse TSQ à chaque redémarrage du système TSQ.

Les paramètres d'étalonnage sont des réglages spécifiques à l'instrument qui affectent la précision et la résolution du spectre de masse. Les paramètres de réglage sont des réglages spécifiques à l'instrument qui affectent l'intensité du signal ionique. Vous devez régler et étalonner le TSQ une fois tous les trois mois environ. Pour les procédures de réglage et d'étalonnage du spectromètre de masse TSQ, reportez-vous à la section Réglage et étalonnage automatiques en mode ESI/MS du *Guide de démarrage rapide de la gamme TSQ*.

Vous devez optimiser les paramètres de réglage (ou changer de méthode de réglage) chaque fois que vous modifiez le type d'expérience. Pour de plus amples informations sur les procédures d'optimisation des paramètres de réglage pour vos expériences ESI ou APCI, reportez-vous à la section Optimisation du spectromètre de masse en mode ESI/MS/MS ou Optimisation du spectromètre de masse en mode APCI/MS/MS du *Guide de démarrage rapide de la gamme TSQ*.

Réinitialisation du spectromètre de masse

En cas de perte de la connexion entre le spectromètre de masse et l'ordinateur, vous pouvez avoir à réinitialiser le spectromètre en utilisant le bouton Reset (Réinitialiser) qui se trouve sur le tableau d'alimentation de droite. Une pression sur ce bouton crée une interruption au niveau de l'ordinateur embarqué. Cette opération permet de redémarrer l'ordinateur embarqué pour revenir à un état connu (par défaut). Pour identifier l'emplacement du bouton System Reset, reportez-vous à la Figure 34 à la page 48.

La procédure décrite ici suppose que le spectromètre de masse et l'ordinateur sont tous deux sous tension et opérationnels. Si le spectromètre de masse, l'ordinateur ou les deux sont hors tension, reportez-vous à la section « Redémarrage du système après un arrêt complet » à la page 51.

❖ Pour réinitialiser le spectromètre de masse

Appuyez sur le bouton System Reset qui se trouve sur le tableau d'alimentation de droite. Attendez que le témoin DEL de communication s'éteigne avant de relâcher le bouton System Reset. Lorsque vous appuyez sur le bouton de réinitialisation, les événements suivants se produisent :

- La génération d'une interruption sur l'ordinateur embarqué provoque le réamorçage de l'unité centrale. Tous les témoins DEL situés sur le panneau avant du spectromètre sont éteints, à l'exception du témoin d'alimentation.
- Après plusieurs secondes, le témoin DEL de communication s'allume en jaune pour indiquer que l'ordinateur et le spectromètre de masse tentent de communiquer.
- Après quelques secondes, le témoin DEL de communication s'allume en vert pour indiquer que la communication est établie entre l'ordinateur et le spectromètre. Le logiciel pour le fonctionnement du spectromètre de masse est alors transféré de l'ordinateur vers le spectromètre.
- L'opération de transfert du logiciel dure trois minutes. Le témoin DEL système s'allume en vert si l'instrument est opérationnel et les hautes tensions appliquées ou en jaune s'il est opérationnel et en mode veille.

Réinitialisation de l'ordinateur

Il existe deux méthodes pour réinitialiser l'ordinateur :

- Réinitialisation de l'ordinateur à l'aide de la procédure d'arrêt et de redémarrage de Windows
- Réinitialisation de l'ordinateur via sa mise hors et sous tension

Réinitialisation de l'ordinateur à l'aide de la procédure d'arrêt et de redémarrage de Windows

Dans la mesure du possible, utilisez la procédure d'arrêt et de redémarrage de Windows pour arrêter et redémarrer l'ordinateur afin de permettre à Windows de fermer correctement tous les programmes et d'enregistrer les modifications apportées aux fichiers.

❖ **Pour réinitialiser l'ordinateur à l'aide de la procédure d'arrêt et de redémarrage de Windows**

1. Sélectionnez **Démarrer > Arrêter l'ordinateur** dans la barre des tâches Windows. La boîte de dialogue Arrêter l'ordinateur de Windows s'affiche.
2. Pour lancer la procédure d'arrêt et de redémarrage de Windows, sélectionnez **Redémarrer** et cliquez sur **OK**.
3. Suivez la procédure d'arrêt et de démarrage de Windows sur l'écran. Appuyez sur CTRL+ALT+SUPPR lorsque vous y êtes invité.
4. Pour terminer la procédure, cliquez sur **OK** ou saisissez votre mot de passe (le cas échéant) dans la boîte de dialogue Informations d'ouverture de session.

Remarque La communication entre l'ordinateur et le spectromètre est normalement rétablie automatiquement après la réinitialisation de l'ordinateur. Lorsque ce processus s'exécute, le témoin DEL de communication qui se trouve sur le panneau avant du spectromètre s'allume en jaune, puis passe au vert. Si le système ne parvient pas à rétablir la liaison, appuyez sur le bouton System Reset qui se trouve sur le tableau d'alimentation du spectromètre.

Réinitialisation de l'ordinateur via sa mise hors et sous tension

Si vous ne parvenez pas à réinitialiser l'ordinateur en utilisant la procédure d'arrêt et de redémarrage de Windows, suivez les instructions ci-dessous.

1. Appuyez sur le commutateur d'alimentation de l'ordinateur afin de mettre celui-ci hors tension.
2. Attendez quelques secondes, puis appuyez de nouveau sur le commutateur d'alimentation de l'ordinateur pour mettre celui-ci sous tension.
3. Suivez la procédure de démarrage Windows XP sur l'écran et appuyez sur CTRL+ALT+SUPPR lorsque vous y êtes invité.
4. Pour terminer la procédure, cliquez sur **OK** ou saisissez votre mot de passe (le cas échéant) dans la boîte de dialogue Informations d'ouverture de session.
5. Une fois les procédures d'arrêt et de redémarrage terminées, choisissez **Démarrer > Tous les programmes > Thermo Instruments > TSQ > TSQ Tune** pour afficher la fenêtre de réglage EZ Tune.

Remarque La communication entre l'ordinateur et le spectromètre est normalement rétablie automatiquement après la réinitialisation de l'ordinateur. Lorsque ce processus s'exécute, le témoin DEL de communication qui se trouve sur le panneau avant du spectromètre s'allume en jaune, puis passe au vert. Si le système ne parvient pas à rétablir la liaison, appuyez sur le bouton System Reset qui se trouve sur le tableau d'alimentation de droite du module d'entrée d'alimentation du spectromètre.

Arrêt de composants sélectionnés du spectromètre de masse

Il existe plusieurs méthodes pour arrêter la totalité ou une partie des composants du spectromètre.

- Arrêtez les composants individuels du spectromètre de masse depuis la fenêtre de réglage EZ Tune. Il peut s'avérer nécessaire d'arrêter les composants individuels du spectromètre de masse lors d'un dépannage ou de l'exécution de certaines procédures de diagnostic.
- Placez le spectromètre de masse en mode veille. Le mode veille est l'état normal du spectromètre de masse lorsqu'il n'est pas utilisé. Dans la fenêtre de réglage EZ Tune, choisissez **Control (Commande) > Standby (Veille)** (ou cliquez sur le bouton Marche/veille) pour placer le spectromètre de masse en veille.
- Arrêtez le spectromètre de masse. L'état Off (Arrêt) est similaire à l'état de veille, sauf que les composants sous haute tension du spectromètre de masse sont arrêtés. Choisissez **Control (Commande) > Off (Arrêt)** dans la fenêtre de réglage EZ Tune pour arrêter le spectromètre de masse.
- Placez le commutateur de service de l'électronique sur la position Mode Service. Ce commutateur permet de mettre hors tension tous les composants du spectromètre, excepté l'alimentation +24 V, la pompe primaire, la pompe turbomoléculaire, le circuit imprimé de retard d'aération et les ventilateurs.
- Sur le TSQ Quantum Access ou TSQ Quantum Access MAX, placez le commutateur de service du vide en position Service Mode. Le commutateur de service du vide arrête tous les composants de dépression, notamment l'alimentation +24 V, la pompe primaire, la pompe turbomoléculaire, la carte à circuit imprimé de délai d'aération et les ventilateurs.
- Placez le commutateur du disjoncteur de l'alimentation principale sur Off (O). Lorsque vous effectuez cette opération, toute alimentation du spectromètre de masse est coupée, y compris celle du système de vide.

Le Tableau 2 récapitule tous les état marche/arrêt des composants, des tensions et des débits du spectromètre de masse.

Tableau 2. États Marche/Arrêt des composants, des tensions et des débitsdu spectromètre de masse (Page 1 sur 2)

Composant du spectromètre	Veille	Arrêt	Commutateur de service de l'électronique sur la position Mode Service	Commutateur de service du vide (TSQ Quantum Access ou Access MAX) en position Service Mode	Commutateur du disjoncteur de l'alimentation principale réglé sur Arrêt
Multiplicateur d'électrons	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Dynode de conversion	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Tension RF de l'analyseur	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Tension de décalage CC de l'analyseur	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Tension RF du système d'optique ionique Q00 et Q0	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Tension de décalage CC du système d'optique ionique Q00 et Q0	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Lentille tubulaire ou lentille S-lens	**Marche**	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Chauffage du tube de transfert des ions	**Marche**	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Décalage CC du tube de transfert des ions	**Marche**	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Aiguille décharge Corona APCI	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Vaporisateur APCI	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Aiguille ESI	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Gaz gaine	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Gaz auxiliaire	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Gaz de collision (argon)	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Électrovanne d'aération	Fermée	Fermée	Fermée	**Ouverte** (après 2 à 4 min)	**Ouverte** (après 2 à 4 min)
Pompe turbomoléculaire	**Marche**	**Marche**	**Marche**	Arrêt	Arrêt
Pompe primaire	**Marche**	**Marche**	**Marche**	Arrêt	Arrêt
Carte du retard d'aération	**Marche**	**Marche**	**Marche**	Arrêt	Arrêt
Ordinateur embarqué	**Marche**	**Marche**	Arrêt	**Marche**	Arrêt
Contrôleur de la pompe turbomoléculaire	**Marche**	**Marche**	**Marche**	Arrêt	Arrêt
Alimentation, multiplicateur d'électrons et dynode de conversion	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Alimentation, 8 kV	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Alimentation PS1, +24 V	**Marche**	**Marche**	**Marche**	Arrêt	Arrêt

Tableau 2. États Marche/Arrêt des composants, des tensions et des débitsdu spectromètre de masse (Page 2 sur 2)

Composant du spectromètre	Veille	Arrêt	Commutateur de service de l'électronique sur la position Mode Service	Commutateur de service du vide (TSQ Quantum Access ou Access MAX) en position Service Mode	Commutateur du disjoncteur de l'alimentation principale réglé sur Arrêt
Alimentation PS2, +5, ±15, ±24 V CC	**Marche**	**Marche**	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Alimentation PS3, +36, -28 V CC	**Marche**	**Marche**	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Ventilateur, pompe turbomoléculaire	**Marche**	**Marche**	**Marche**	Arrêt	Arrêt
Ventilateur, au-dessus du tube de vide	**Marche**	**Marche**	**Marche**	Arrêt	Arrêt
Ventilateur, paroi centrale	**Marche**	**Marche**	**Marche**	Arrêt	Arrêt
Jauge Convectron, ligne primaire	**Marche**	**Marche**	**Marche**	**Marche**	Arrêt
Jauge Convectron, cellule de collision	**Marche**	**Marche**	Arrêt	**Marche**	Arrêt
Jauge ionique	**Marche**	**Marche**	Arrêt	Arrêt	Arrêt

Utilisation quotidienne

Pour assurer un fonctionnement correct de l'instrument, Thermo Fisher Scientific recommande l'exécution quotidienne des vérifications et procédures de nettoyage décrites dans ce chapitre pour le système TSQ.

Contenu

- Tâches à effectuer avant d'utiliser le système TSQ
- Tâches à effectuer après avoir utilisé le système TSQ

Remarque Il est inutile de régler et d'étalonner le spectromètre de masse quotidiennement.

Les paramètres de réglage sont des paramètres de l'instrument qui affectent l'intensité du signal ionique. Les paramètres d'étalonnage sont des paramètres de l'instrument qui affectent la précision de la masse et la résolution du spectre de masse. Vous devez régler et étalonner le spectromètre de masse (c'est-à-dire optimiser les paramètres de réglage et d'étalonnage) une fois par trimestre en moyenne. Pour les procédures de réglage et d'étalonnage de votre spectromètre de masse, consultez « Réglage et étalonnage automatiques en mode ESI/MS » dans le *Guide de démarrage rapide de la gamme TSQ*.

Vous devez optimiser les paramètres de réglage (ou modifier la méthode de réglage) lorsque vous changez de type d'expérience. Pour les procédures d'optimisation des paramètres de réglage des expériences ESI ou APCI, consultez « Optimisation du spectromètre de masser avec votre composé en mode ESI/MS/MS » ou « Optimisation du spectromètre de masse avec votre composé en mode APCI/MS/MS Mode » dans le *Guide de démarrage rapide de la gamme TSQ*.

Tâches à effectuer avant d'utiliser le système TSQ

Chaque jour avant de commencer les analyses, vérifiez que l'instrument est prêt à être utilisé en procédant aux vérifications suivantes :

- Vérifier le niveau d'argon et d'azote
- Vérifier l'absence d'allongement du tube d'échantillonnage en silice fondue
- Vérifier les niveaux de vide du système

Vérification du niveau d'argon et d'azote

Vérifiez le niveau d'argon sur le régulateur du réservoir de gaz. Assurez-vous de disposer de suffisamment de gaz pour vos analyses. Le cas échéant, ajoutez un autre réservoir. Vérifiez que la pression de l'argon à l'entrée du spectromètre de masse est comprise entre 135 ± 70 kPa (20 ± 10 psig). Si nécessaire, réglez la pression à l'aide du régulateur de pression du réservoir.

Vérifiez le niveau d'azote sur le régulateur du réservoir d'azote gazeux ou sur celui de l'azote liquide. Assurez-vous de disposer de suffisamment de gaz pour vos analyses. Pour une utilisation 24h/24, la consommation standard d'azote est de 2 800 litres par jour (2,8 m3 par jour). Remplacez le réservoir, si nécessaire. Vérifiez que la pression de l'azote à l'entrée du spectromètre de masse est comprise entre 690 ± 140 kPa (100 ± 20 psig). Si nécessaire, réglez la pression à l'aide du régulateur de pression du réservoir.

MISE EN GARDE Avant de commencer à utiliser normalement votre instrument chaque jour, assurez-vous de disposer d'une quantité suffisante d'azote pour votre source API. La présence d'oxygène dans la source d'ions peut être dangereuse lorsque le spectromètre de masse est sous tension. Le système TSQ affiche un message lorsque la pression d'azote est trop basse.

Vérification de l'absence d'allongement du tube d'échantillonnage en silice fondue

L'utilisation d'acétonitrile comme phase mobile peut provoquer l'allongement du revêtement polyimide du tube d'échantillonnage en silice fondue. Cet allongement du revêtement peut nuire à l'intensité et à la stabilité du signal au fil du temps.

Si vous utilisez l'instrument en mode ESI avec un tube d'échantillonnage en silice fondue, assurez-vous que celui-ci ne dépasse pas de l'embout de l'aiguille de spray ESI. (Ce phénomène d'allongement n'existe pas avec les aiguilles métalliques.)

Pour de plus amples informations sur la coupe et le repositionnement du tube d'échantillonnage d'environ 0,5 mm (entre 0 et 1 mm) vers l'extrémité intérieure de l'aiguille ESI, reportez-vous au *Manuel du matériel de la source API Ion Max et Ion Max-S*.

Vérification des niveaux de vide du système

Pour des performances optimales, votre système TSQ doit toujours fonctionner avec des niveaux de vide appropriés. Son utilisation avec des niveaux de vide insuffisants peut affecter la sensibilité, provoquer des problèmes de réglage et réduire la durée de vie du multiplicateur d'électrons. Vous devez vous assurer que le système ne présente aucune fuite d'air en contrôlant les niveaux de vide avant de commencer la première acquisition.

Vous pouvez vérifier les valeurs actuelles des pressions dans la zone du tube-récupérateur du transfert d'ions et la conduite primaire (étiquetée *Forepump Pressure*) et dans la zone de l'analyseur (étiquetée *Ion Gauge Pressure*) dans la vue Instrument status (État de l'instrument) de la fenêtre EZ Tune (Réglage EZ). Pour afficher la fenêtre EZ Tune, choisissez **Démarrer > Tous les programmes > Thermo Instruments > TSQ > TSQ Tune** depuis la barre de tâches Windows. Choisissez **View (Afficher) > Instrument Status (État de l'instrument)** pour afficher la vue du même nom.

Comparez les valeurs affichées des pressions dans le tube de vide avec celles répertoriées dans le Tableau 3. Si les valeurs affichées sont supérieures aux valeurs normales, il est possible qu'il existe une fuite d'air.

Tableau 3. Valeurs de pression type pour les modèles TSQ Quantum Access et TSQ Quantum Access MAX

Conditions	Lecture de la jauge Convectron (zone ligne primaire, tube de transfert des ions/skimmer)	Lecture de la jauge ionique (zone analyseur)
Gaz de collision arrêté, orifice du tube de transfert des ions fermé	Moins de 0,05 Torr	Moins de 3×10^{-6} Torr (après au moins une heure de pompage)
Gaz de collision arrêté, orifice du tube de transfert des ions ouvert	0,9 à 1.2 Torr (110 V à 60 Hz) 1,5 à 2,2 Torr (220 V à 50 Hz)	Moins de 5×10^{-6} Torr
Gaz de collision réglé à 2 mTorr, orifice du tube de transfert des ions ouverts	0,9 à 1,2 Torr (110 V à 60 Hz) 1,5 à 2,2 Torr (220 V à 50 Hz)	Moins de 3×10^{-5} Torr

Tableau 4. Valeurs standard des pressions pour les spectromètres et TSQ Quantum Access MAX

Conditions	Lecture de la jauge Convectron (zone ligne primaire, tube de transfert des ions/skimmer)	Lecture de la jauge ionique (zone analyseur)
Gaz de collision arrêté, orifice du tube de transfert des ions fermé	Moins de 0,05 Torr	Moins de 3×10^{-6} Torr (après au moins une heure de pompage)
Gaz de collision arrêté, orifice du tube de transfert des ions ouvert	1,2 à 1,8 Torr (110 V à 60 Hz) 1,5 à 2,2 Torr (220 V à 50 Hz)	Moins de 5×10^{-6} Torr
Gaz de collision réglé à 2 mTorr, orifice du tube de transfert des ions ouverts	1,2 à 1,8 Torr (110 V à 60 Hz) 1,5 à 2,2 Torr (220 V à 50 Hz)	Moins de 3×10^{-5} Torr

Si la pression est élevée (supérieure à 5×10^{-5} Torr dans la zone de l'analyseur) et si vous avez redémarré le système au cours des dernières 30 à 60 minutes, attendez 30 minutes supplémentaires et vérifiez de nouveau la pression. Si le niveau de pression baisse petit à petit, vérifiez la pression à intervalle régulier jusqu'à ce qu'elle atteigne la plage de pression normale du spectromètre.

En revanche, si la pression ne baisse pas, il est possible qu'il existe une fuite d'air. Si vous envisagez cette possibilité, arrêtez le système conformément aux instructions fournies à la section « Arrêt complet du système » à la page 50. Inspectez le système de vide, conduites comprises, afin de détecter toute fuite éventuelle. Vérifiez l'étanchéité de tous les raccords et brides présents sur le système et resserrez-les en cas de besoin. Serrez les raccords sans excès. Vérifiez particulièrement les raccords que vous avez changés récemment ou ceux plus spécialement soumis à la chaleur et au froid. Assurez-vous de la mise en place correcte des panneaux de couverture du tube de vide.

Tâches à effectuer après avoir utilisé le système TSQ

Après avoir utilisé le système TSQ, assurez-vous que l'instrument est prêt pour une période d'inutilisation en procédant aux opérations suivantes.

- Rinçage de la ligne de transfert des échantillons, du tube d'échantillonnage et de la sonde API
- Activation du mode de veille du système
- Nettoyage du cône de balayage ionique et du tube de transfert des ions
- Vidage du flacon des solvants usés

Rinçage de la ligne de transfert des échantillons, du tube d'échantillonnage et de la sonde API

Thermo Fisher Scientific recommande de rincer la ligne de transfert des échantillons, le tube d'échantillonnage et la sonde API après chaque journée d'utilisation (ou plus souvent si vous suspectez leur contamination) en faisant débiter une solution 50:50 de méthanol/eau distillée entre la LC et la source API.

❖ Procédure de rinçage de la ligne de transfert des échantillons, du tube d'échantillonnage et de la sonde API

1. Le cas échéant, attendez la fin du processus d'acquisition de données.
2. Pour afficher la fenêtre EZ Tune, choisissez **Démarrer > Programmes > Thermo Instruments > TSQ > TSQ Tune** depuis la barre de tâches Windows.
3. Dans la fenêtre EZ Tune, sélectionnez **Control > On** (ou cliquez sur le bouton Marche/Veille) pour activer les tensions et débits de gaz au niveau de la source API.
   - Si l'instrument fonctionne en mode APCI, passez à l'étape 4.
   - Si l'instrument fonctionne en mode ESI, passez à l'étape 5.
4. Configurez la source APCI, comme suit :
   a. Dans la fenêtre de réglage EZ Tune, cliquez sur le bouton de la source ionique pour afficher la boîte de dialogue Ion Source Devices (Dispositifs de la source ionique).
   b. Réglez la température du vaporisateur APCI sur 500 °C :
   Sélectionnez **Vaporizer temperature (Température du vaporisateur)** dans la liste des dispositifs, puis tapez **500** dans la boîte et cliquez sur **Apply (Appliquer)**.
   c. Réglez le débit du gaz gaine sur 30 :
   sélectionnez **Sheath Gas Pressure (Pression du gaz gaine)** dans la liste des dispositifs et tapez **30** dans la boîte avant d'appuyer sur **Apply (Appliquer)**.
   d. Réglez le débit du gaz auxiliaire sur 5 :
   sélectionnez **Aux Valve Flow (Débit du gaz aux.)** dans la liste des dispositifs et tapez **5** dans la boîte avant de cliquer sur **Apply (Appliquer)**.

e. Réglez le courant du vaporisateur sur 0 :
sélectionnez **Spray Current (Courant du vaporisateur)** dans la liste des dispositifs et tapez **0** dans la boîte avant de cliquer sur **Apply (Appliquer)**.

Passez à l'étape 6.

5. Configurez la source ESI comme suit :

   a. Dans la fenêtre de réglage EZ Tune, cliquez sur le bouton de la source ionique pour afficher la boîte de dialogue Ion Source Devices (Dispositifs de la source ionique).

   b. Réglez le débit du gaz gaine sur 30 :
   sélectionnez **Sheath Gas Pressure (Pression du gaz gaine)** dans la liste des dispositifs et tapez **30** dans la boîte avant d'appuyer sur **Apply (Appliquer)**.

   c. Réglez le débit du gaz auxiliaire sur 5 :
   sélectionnez **Aux Valve Flow (Débit du gaz aux.)** dans la liste des dispositifs et tapez **5** dans la boîte avant de cliquer sur **Apply (Appliquer)**.

   d. Réglez la tension du vaporisateur ESI sur 0 :
   sélectionnez **Spray voltage (Tension du vaporisateur)** dans la liste des dispositifs et tapez **0** dans la boîte avant de cliquer sur **Apply (Appliquer)**.

6. Configurez et activez le débit de la solution à base de méthanol et d'eau distillée (rapport 50:50) entre la LC et la source API comme suit :

   a. Dans la fenêtre de réglage EZ Tune, sélectionnez **Setup (Configuration) > Inlet Direct Control (Commande directe de l'arrivée)**. La vue Inlet Direct Control (Commande directe de l'arrivée) s'affiche.

   b. Cliquez sur l'onglet **LC**.

   c. Réglez le débit sur une valeur habituelle pour vos expériences.

   d. Réglez les proportions de solvants sur 50 % de méthanol et d'eau.

   e. Cliquez sur (Démarrer) pour démarrer la pompe LC.

7. Laissez la solution couler dans la conduite de transfert de l'échantillon, le tube d'échantillon et la sonde API pendant 15 minutes. Après 15 minutes, arrêtez le flux de liquide depuis le LC vers la source API, comme suit : Laissez la source API (y compris le vaporisateur APCI, le gaz gaine et le gaz auxiliaire) active pendant encore 5 minutes. Cliquez sur (Arrêter) pour arrêter la pompe LC.

8. Après 5 minutes, arrêtez la source API en plaçant le spectromètre de masse en veille : Dans la fenêtre de réglage EZ Tune, choisissez **Control (Commande) > Standby (Veille)** (ou cliquez sur le bouton Marche/veille) pour placer le spectromètre de masse en veille.

Passez à la section suivante « Activation du mode de veille du système. »

Activation du mode de veille du système

❖ **Pour mettre le système TSQ en veille**

1. Dans la fenêtre de réglage EZ Tune, choisissez **Control (Commande) > Standby (Veille)** (ou cliquez sur le bouton Marche/veille) pour placer le spectromètre de masse en veille. Le voyant Système en façade du spectromètre de masse est allumé en jaune lorsque le système est en veille.
2. Laissez le spectromètre de masse sous tension.
3. Laissez la LC sous tension.
4. Laissez l'échantillonneur automatique sous tension.
5. Laissez l'ordinateur sous tension.

Passez à la section suivante « Nettoyage du cône de balayage ionique et du tube de transfert des ions. »

Nettoyage du cône de balayage ionique et du tube de transfert des ions

Vous devez nettoyer le cône de balayage ionique et le tube des transfert des ions de façon régulière afin de prévenir le risque de corrosion et de maintenir un niveau de performances optimales de la source API. Si vous utilisez des tampons non volatiles dans votre système de solvants ou des échantillons très concentrés, vous devrez peut-être nettoyer le cône de balayage ionique et le tube de transfert des ions plus souvent.

Voir la section « Entretien du cône de balayage ionique et du tube de transfert des ions » à la page 73.

Passez à la section suivante « Vidage du flacon des solvants usés. »

Vidage du flacon des solvants usés

Thermo Fisher Scientific recommande de vérifier le niveau du flacon des solvants usés de façon quotidienne. Si nécessaire, videz le flacon. Les solvants usés doivent être éliminés conformément aux réglementations locales et fédérales en vigueur.

Retrait et remontage du boîtier de la source d'ions

Vous devez déposer le boîtier de la source d'ions Ion Max™ (sur le TSQ Quantum Access MAX, TSQ Vantage ou TSQ Quantum Ultra) ou Ion Max-S (sur le TSQ Quantum Access) avant d'effectuer des tâches d'entretien sur l'optique ionique ou l'interface de la source d'ions, ou pour accéder au cône de balayage ionique.

Contenu

- Retrait du boîtier de source d'ions Ion Max ou Ion Max-S
- Installation du boîtier de la source Ion Max ou Ion Max-S
- Maintenance des boîtiers de source Ion Max et Ion Max-S

Retrait du boîtier de source d'ions Ion Max ou Ion Max-S

Remarque Si une source d'ions est encore en place dans le boîtier, débranchez les conduites de liquide externes de la sonde avant d'enlever le boîtier de la source d'ions.

❖ **Pour retirer le boîtier de la source d'ions**

1. Retirez le tuyau d'évacuation du boîtier de la source d'ions. Voir la Figure 36 et la Figure 37.
2. Faites pivoter les leviers de verrouillage du boîtier de la source d'ions de 90 degrés pour dissocier le boîtier de la source de son ensemble de montage.
3. Retirez le boîtier de la source en tirant dessus pour le dissocier de l'ensemble de montage, puis rangez-le dans un lieu de stockage temporaire sûr.

Figure 36. Boîtier de la source Ion Max (vue avant)

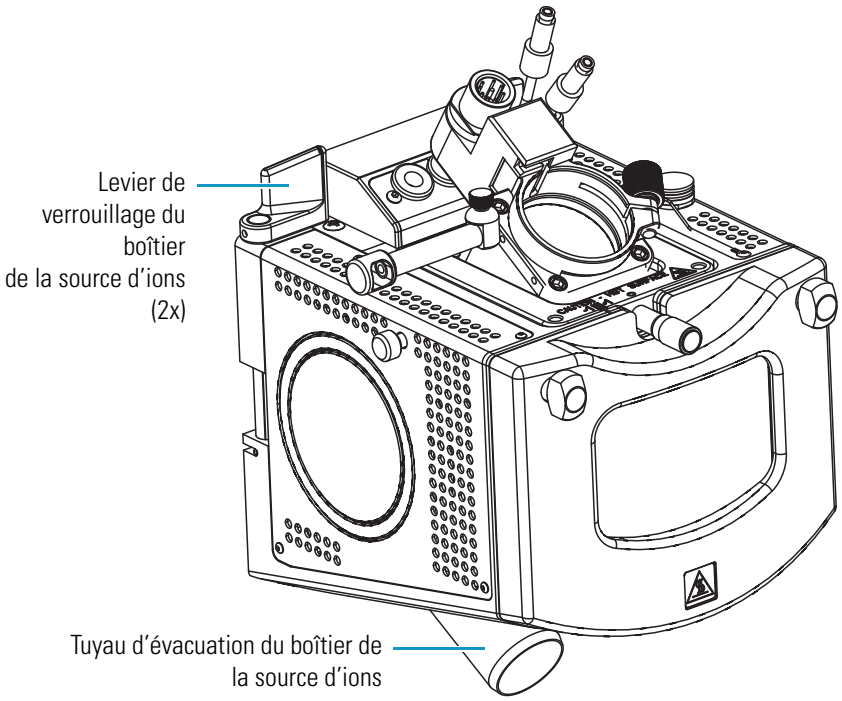
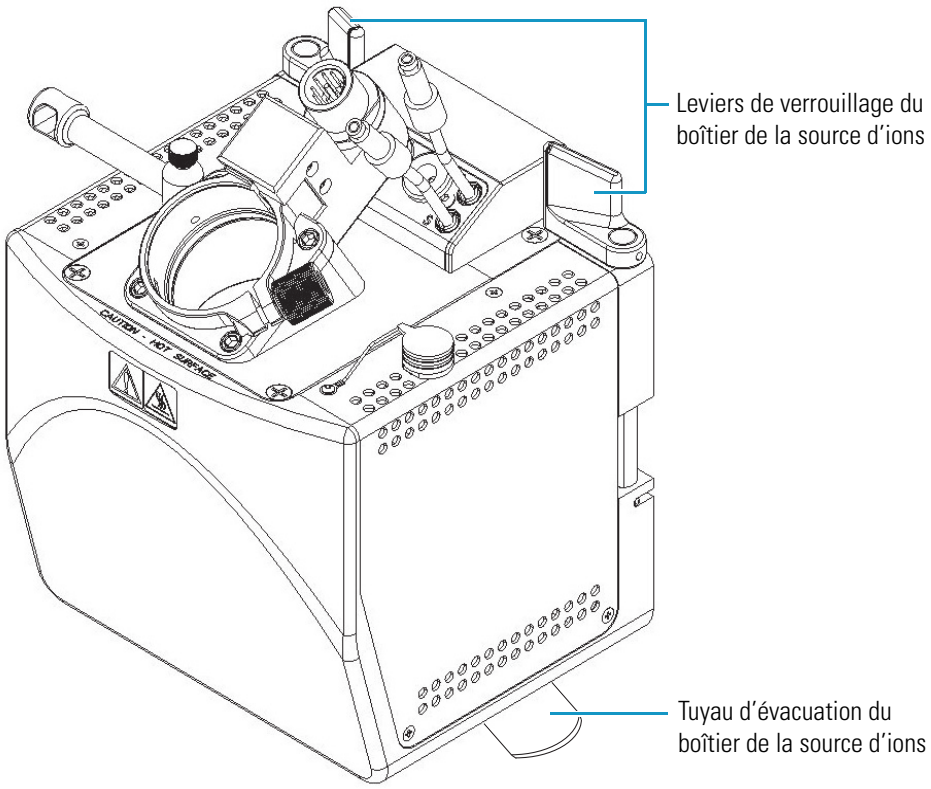


Figure 37. Boîtier de la source Ion Max-S (vue avant)



Installation du boîtier de la source Ion Max ou Ion Max-S

❖ **Pour remettre en place le boîtier de la source Ion Max ou Ion Max-S**

1. Alignez les deux orifices de guidage situés à l'arrière du boîtier de la source d'ions sur les tiges de guidage du spectromètre de masse. Appuyez délicatement le boîtier de la source contre son ensemble de montage. Voir la Figure 38 et la Figure 39.

Figure 38. Boîtier de la source d'ions (vue arrière)

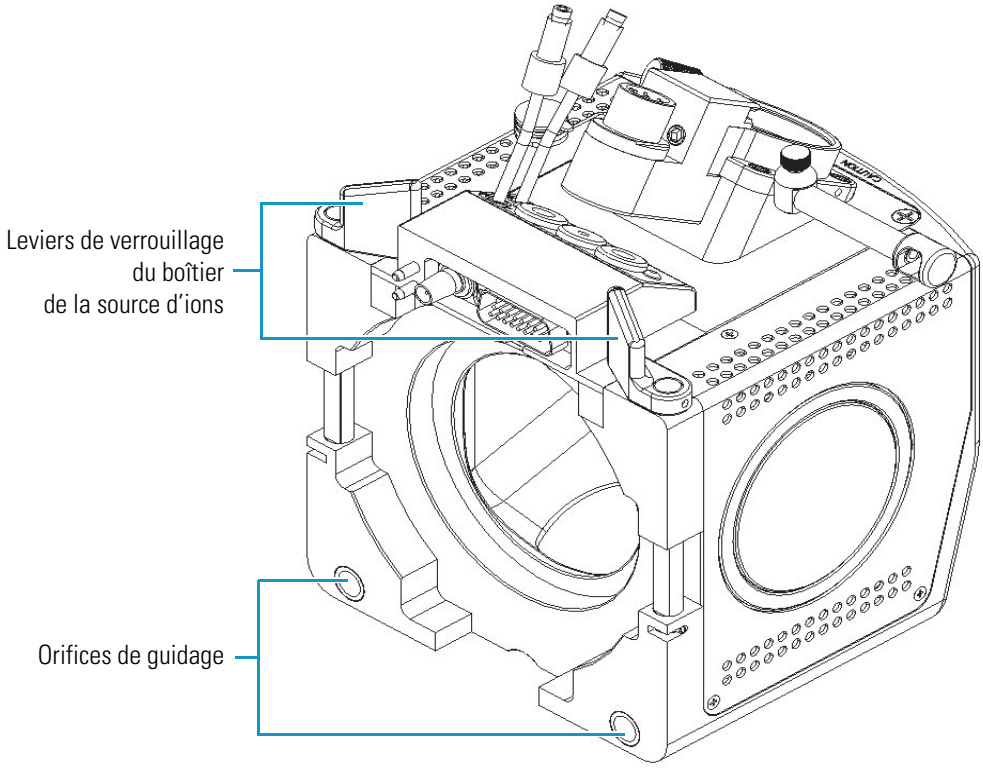
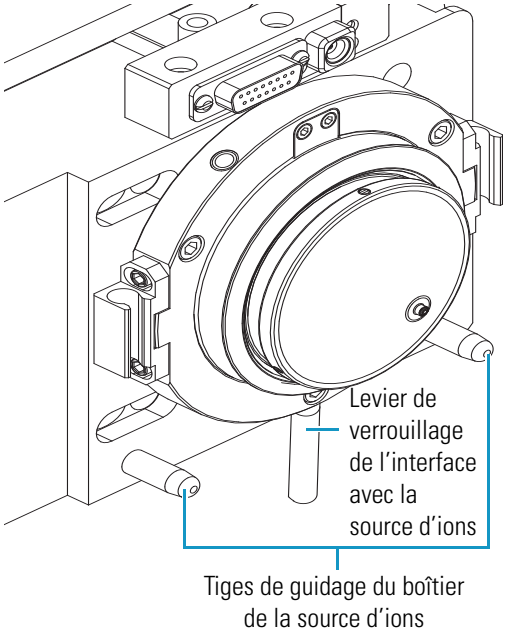


Figure 39. Montage de la source d'ions présentant les tiges de guidage du boîtier et les leviers de verrouillage d'interface avec la source d'ions



2. Faites pivoter les leviers de verrouillage du boîtier de la source d'ions de 90 degrés pour verrouiller le boîtier de la source sur son ensemble de montage.

MISE EN GARDE Veillez à ce que les solvants usés ne pénètrent pas dans la source d'ions ou le spectromètre de masse. Assurez-vous que le liquide présent dans le tuyau d'évacuation puisse toujours s'écouler dans un conteneur de récupération des liquides.

3. Rebranchez le raccord d'évacuation du boîtier de la source :

MISE EN GARDE **Ne branchez pas** le raccord d'évacuation de la source (ou tout autre tuyau d'évacuation raccordé au conteneur des déchets) sur le même système d'extraction de vapeurs que celui utilisé pour la pompe primaire. Il existe un risque de contamination de la chambre de la source API et du système d'optique de l'analyseur avec l'huile de la pompe en cas de raccordement des tuyaux d'évacuation de la source et de la pompe primaire (tuyau bleu) au même système d'extraction de vapeurs.

Il convient d'équiper le laboratoire d'au moins deux systèmes d'extraction/évacuation. Branchez le tuyau d'évacuation (bleu) de la pompe primaire à un système d'évacuation dédié. Raccordez le tuyau d'évacuation la source à un conteneur de récupération des déchets. Assurez la ventilation de ce conteneur via un système d'évacuation dédié.

a. Branchez le tuyau Tygon™ de 2,54 cm de diamètre intérieur (référence 00301-22922) au tuyau d'évacuation du boîtier de la source.

b. Fixez l'extrémité libre du tuyau à un système d'évacuation dédié. Ventilez le système d'évacuation à l'aide d'un système d'extraction des vapeurs.

La source Ion Max ou Ion Max-S est à présent correctement installée sur le spectromètre.

Maintenance des boîtiers de source Ion Max et Ion Max-S

La maintenance des boîtiers de source Ion Max et Ion Max-S doit être assurée par un ingénieur d'entretien Thermo Fisher Scientific. L'intervention de l'utilisateur en termes de maintenance est limitée au nettoyage du boîtier de la source, le cas échéant. Pour nettoyer le boîtier de la source, dissociez-le de l'instrument et rincez ses parois intérieures au méthanol dans une hotte appropriée. Laissez sécher le boîtier avant de le remettre en place. Suivez scrupuleusement les consignes de sécurité fournies aux sections consacrées à l'installation et au retrait du boîtier de la source. Pour toute autre opération de maintenance que vous jugez nécessaire, contactez l'assistance clientèle locale de Thermo Fisher Scientific.

Entretien

Ce chapitre décrit les procédures d'entretien routinières auxquelles vous devez vous conformer afin de garantir les performances optimales de l'instrument. Le fonctionnement optimal du spectromètre de masse TSQ repose sur l'entretien approprié de tous ses composants. **Il vous incombe d'assurer l'entretien adéquat de votre système en exécutant régulièrement les procédures associées recommandées.**

Remarque Lorsque vous exécutez les procédures d'entretien, soyez méthodique. Vous devez toujours porter des gants propres et non pelucheux lorsque vous manipulez les composants de la source d'ions. Arrangez-vous pour disposer les composants sur une surface propre, non pelucheuse. Veillez à ne jamais serrer ni forcer excessivement les vis.

Contenu

- Fréquence de nettoyage
- Entretien du cône de balayage ionique et du tube de transfert des ions
- Entretien de l'interface avec la source d'ions
- Nettoyage du système d'optique ionique Q00
- Nettoyage des filtres des ventilateurs

Le Tableau 5 indique les procédures d'entretien systématique et moins fréquente du spectromètre de masse. La plupart des procédures impliquent un nettoyage. Par exemple, des procédures sont indiquées pour nettoyer le tube de transfert des ions, le cône de balayage ionique, le skimmer et la lentille tubulaire du TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra, la lentille de sortie et la lentille S du TSQ Vantage, la lentille Q00 RF, la lentille L0 et les filtres de ventilateur. Les procédures de remplacement du tube de transfert des ions et du chauffage de capillaire sont également indiquées. Consultez le manuel fourni avec le LC ou l'échantillonneur automatique pour les instructions d'entretien de ces éléments.

Tableau 5. Procédures d'entretien du spectromètre de masse (Page 1 sur 2)

Composant du spectromètre de masse	Procédure	Fréquence	Emplacement de la procédure
Source API	Rinçage (nettoyage) de la conduite de transfert d'échantillon, du tube d'échantillon et de la sonde API	Quotidien	page 62
	Dépose et nettoyage du tube de transfert des ions	Hebdomadaire, ou lorsque l'orifice du tube de transfert des ions est contaminé ou obstrué	page 73
	Dépose et nettoyage du cône de balayage ionique	Selon les besoins*	page 73
	Nettoyage du boîtier Ion Max ou Ion Max-S	Selon les besoins*	page 68
	Remplacement du tube de transfert des ions	Lorsque l'orifice du tube de transfert des ions est corrodé	page 73
Optique ionique Q00	Nettoyage de la lentille S et de la lentille de sortie (TSQ Vantage)	Selon les besoins*	page 78
	Nettoyage de la lentille tubulaire et du skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra)	Selon les besoins*	page 79
	Nettoyage de la lentille Q00 RF et de la lentille L0	Tous les 3 à 4 mois*	page 88
APCI, ESI, ou sonde H-ESI	Remplacement du tube d'échantillon en silice fondue	Si le tube d'échantillon est cassé ou obstrué	*Manuel du matériel de la source API Ion Max et Ion Max-S API* ou *Guide d'utilisation de la sonde H-ESI*
Sonde ESI ou H-ESI	Égalisation du tube d'échantillon en silice fondue	Si le revêtement polyimide à l'extrémité du tube d'échantillon s'est allongé	*Manuel du matériel de la source API Ion Max et Ion Max-S API* ou *Guide d'utilisation de la sonde H-ESI*

Tableau 5. Procédures d'entretien du spectromètre de masse (Page 2 sur 2)

Composant du spectromètre de masse	Procédure	Fréquence	Emplacement de la procédure
Sonde HESI-II	Remplacement de l'insert de l'aiguille	Si l'aiguille en métal est raccordée	*Manuel d'utilisation de la sonde HESI-II*
Pompe primaire	Purge (décontamination) de l'huile	Lorsque l'huile est trouble ou décolorée	Documentation du fabricant
	Ajout d'huile	Lorsque le niveau d'huile est en-dessous du repère MIN	Documentation du fabricant
	Changement d'huile	Tous les quatre mois, ou si l'huile demeure trouble ou décolorée après la purge	Documentation du fabricant
Optique ionique Q0	Nettoyage du quadripôle Q0 et des lentilles L11 et L12**	Selon les besoins*	
Analyseur de masse	Nettoyage des quadripôles Q1, Q2 et Q3 et des lentilles**	Selon les besoins*	
Système de détection d'ions	Nettoyage du système de détection d'ions (multiplicateur d'électrons et dynode de conversion)**	Lorsque la trappe latérale du collecteur de dépression est déposée	
Ventilateurs de refroidissement	Nettoyage des filtres de ventilateur	Tous les 4 mois	page 92
Système de détection d'ions	Remplacement de l'ensemble du multiplicateur d'électrons**	Lorsque le bruit est excessif dans le spectre ou qu'un gain correct du multiplicateur d'électrons ne peut être obtenu	
Modules électroniques	Remplacement de module électronique**	En cas de défaillance d'un module électronique	

*La fréquence de nettoyage des composants du spectromètre de masse dépend des types et des quantités d'échantillons et de solvants introduits dans l'instrument. Le nettoyage des quadripôles Q0, Q1, Q2 et Q3 est rarement (voire jamais) requis.

**Cette procédure d'entretien doit être effectuée par un ingénieur d'entretien Thermo Fisher Scientific.

Fréquence de nettoyage

La fréquence de nettoyage des composants du spectromètre de masse dépend des types et quantités d'échantillons et solvants introduits dans l'instrument. En général, pour un mode d'ionisation et un échantillon donné, plus un composant du spectromètre est proche de la source d'ions plus il se salira rapidement.

- Nettoyez la ligne de transfert des échantillons, le tube d'échantillonnage et la sonde API après chaque journée d'utilisation afin d'éliminer les résidus de sels des tampons de phases mobiles ou toute contamination susceptible de s'accumuler dans le cadre d'un fonctionnement normal. Voir la section « Rinçage de la ligne de transfert des échantillons, du tube d'échantillonnage et de la sonde API » à la page 62.
- Retirez et nettoyez régulièrement le tube de transfert des ions et le cône de balayage ionique de la source API. Voir la section « Entretien du cône de balayage ionique et du tube de transfert des ions » à la page 73.
- La lentille S-lens et la lentille de sortie (TSQ Vantage) ainsi que la lentille tubulaire et le skimmer du système d'optique ionique Q00 (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX, et TSQ Quantum Ultra) se salissent beaucoup moins vite que la sonde API, le cône de balayage ionique ou le tube de transfert des ions. Voir la section « Nettoyage de la lentille S-lens et de la lentille de sortie (TSQ Vantage) » à la page 78.
- La lentille RF du système d'optique ionique Q00 se salit considérablement moins vite que la source API, la lentille tubulaire, le skimmer, la lentille S-lens et la lentille de sortie. Voir la section « Nettoyage du système d'optique ionique Q00 » à la page 82.

Lorsque vous observez une baisse significative des performances de votre système imputable aux effets de contamination, nettoyez les composants du spectromètre de masse en procédant dans l'ordre suivant :

- Nettoyez la sonde API, le cône de balayage ionique et le tube de transfert des ions.
- Nettoyez la lentille S-lens et la lentille de sortie (TSQ Vantage) ou la lentille tubulaire et le skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX, et TSQ Quantum Ultra).
- Nettoyez la lentille RF Q00 et la lentille L0.

Normalement, vous n'avez pas à ouvrir le tube de vide. Le nettoyage des assemblages quadripôlaires Q0, Q1, Q2 et Q3 est rarement (voire jamais) nécessaire. (L'assemblage Q0 peut être retiré et nettoyé en même temps que l'assemblage Q00.) Si vous pensez que les assemblages quadripôlaires Q1, Q2 ou Q3 nécessitent un nettoyage, contactez Thermo Fisher Scientific pour planifier la visite d'un technicien de maintenance sur site Thermo Fisher Scientific.

Si vous ouvrez le tube de vide, nettoyez le multiplicateur d'électrons et la dynode de conversion au moyen d'un spray de gaz sec. Si vous n'êtes pas amené à ouvrir le tube de vide, le multiplicateur d'électrons et la dynode de conversion ne requièrent normalement aucun entretien particulier, excepté le remplacement très occasionnel du multiplicateur d'électrons.

MISE EN GARDE Comme il est d'usage avec tous les produits chimiques, entreposez et manipulez les solvants et les réactifs conformément aux procédures de sécurité habituelles. Leur élimination doit s'effectuer conformément aux réglementations locales et fédérales.

Entretien du cône de balayage ionique et du tube de transfert des ions

Retirez et nettoyez régulièrement le cône de balayage ionique et le tube de transfert des ions pour empêcher leur corrosion et maintenir un niveau optimal de performances pour la source API.

Retrait et nettoyage du tube de transfert des ions

L'intérieur du tube de transfert des ions peut être obturé par des résidus de sels ou d'échantillons. Le tube de transfert des ions a été conçu pour pouvoir être aisément retiré à des fins de nettoyage. Il n'est pas nécessaire d'arrêter le pompage pour procéder au retrait du tube de transfert des ions.

Si la pression dans la zone du tube de transfert des ions/skimmer (telle que mesurée par la jauge Convectron) chute en dessous de 1 Torr, il est possible que l'origine du problème soit l'obturation du tube de transfert des ions. Vous pouvez vérifier la pression mesurée par la jauge Convectron en sélectionnant **View > Instrument Status** dans la fenêtre EZ Tune. La pression s'affiche sous Forepump Pressure.

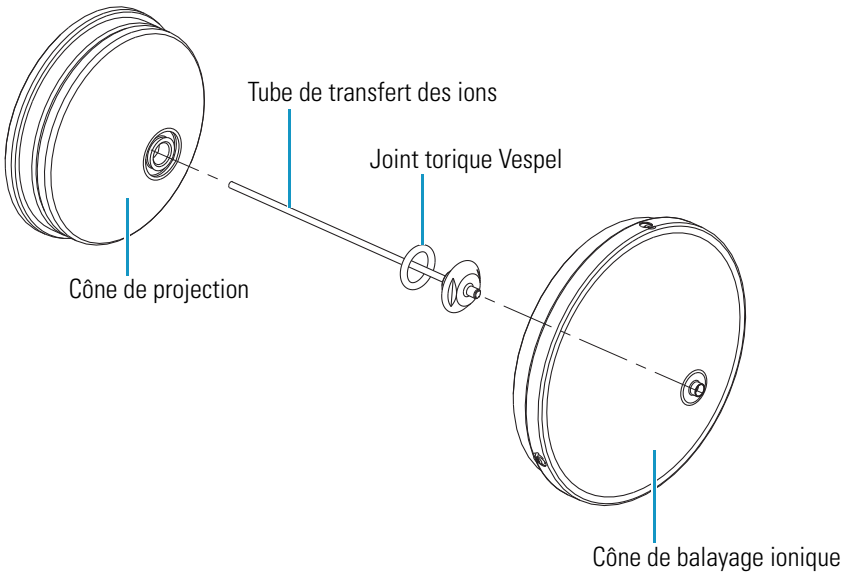
❖ Pour retirer et nettoyer le tube de transfert des ions

1. Arrêtez le débit de liquide entre la LC (ou tout autre dispositif d'introduction des échantillons) et la source API.
   a. Sélectionnez **Démarrer > Tous les programmes > Thermo Instruments > TSQ > TSQ Tune** pour ouvrir la fenêtre EZ Tune.
   b. Dans la fenêtre EZ Tune, sélectionnez **Setup >Inlet Direct Control**. La boîte de dialogue Inlet Direct Control s'affiche.
   c. Cliquez sur l'onglet **LC** puis sur (Arrêt) pour arrêter la pompe LC.
2. Retirez le boîtier de la source Ion Max ou Ion Max-S situé à l'avant du spectromètre. Voir la section « Retrait du boîtier de source d'ions Ion Max ou Ion Max-S » à la page 65.

MISE EN GARDE La température de fonctionnement du tube de transfert des ions est normalement comprise entre 250 et 400 °C. Laissez refroidir le tube de transfert des ions et le cône de balayage ionique avant de procéder à leur retrait.

3. Tirez sur le cône de balayage ionique de façon à le dissocier de l'interface avec la source d'ions.
4. Pour retirer le tube de transfert des ions (réf. 97055-20199), faites-le tourner dans le sens anti-horaire avec l'outil de dépose approprié (réf. 70111-20258, dans le kit des accessoires) jusqu'à ce que vous puissiez le dégager sans effort de l'interface avec la source d'ions. Voir la section Figure 40.

Figure 40. Cône de projection, tube de transfert des ions, joint torique et cône de balayage ionique de l'interface avec la source d'ions



5. Plongez le tube de transfert des ions dans une solution diluée d'acide nitrique afin d'éliminer les contaminants.
6. Nettoyez le tube de transfert des ions dans de l'eau distillée.
7. Nettoyez le cône de balayage ionique en frottant ses surfaces extérieures et intérieures avec du méthanol et une serviette Kimwipe.
8. Retirez, nettoyez au méthanol et inspectez le joint torique Vespel™ (réf. 97055-20442) qui se trouve sur le cône de projection sous l'extrémité antérieure du tube de transfert des ions. Remplacez-le si nécessaire.
9. Remettez en place le joint torique sur le cône de projection.

MISE EN GARDE Lors de la remise en place du tube de transfert des ions :

- Veillez à réaligner correctement les différentes pièces pour éviter d'abîmer le filetage du tube de transfert des ions.
- Veillez à ne pas tordre le tube de transfert des ions. Faites pivoter le tube tout en l'introduisant.

10. Introduisez le tube de transfert des ions dans le bloc chauffant. Faites pivoter le tube tout en l'introduisant. Après l'avoir introduit, faites-le tourner au maximum dans le sens des aiguilles d'une montre.
11. Alignez l'orifice d'arrivée du gaz du cône de balayage ionique sur l'orifice d'arrivée du gaz de balayage situé sur le support de la source d'ions. Appuyez fermement sur le cône de balayage ionique de façon à le fixer sur le support de la source d'ions. Voir la Figure 41 et la Figure 42.
12. Remettez en place le boîtier Ion Max ou Ion Max-S du spectromètre, conformément aux instructions fournies à la section « Installation du boîtier de la source Ion Max ou Ion Max-S » à la page 67.

Figure 41. Interface avec la source d'ions et orifice d'arrivée du gaz de balayage dans le joint du cône API

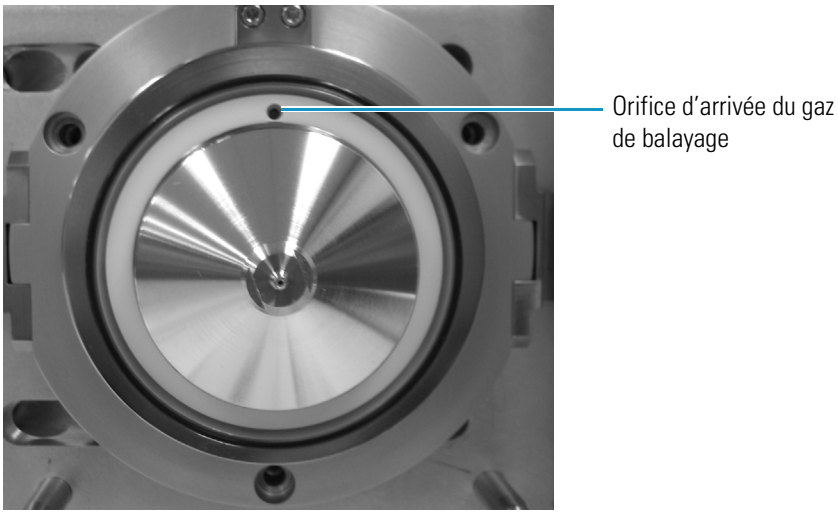
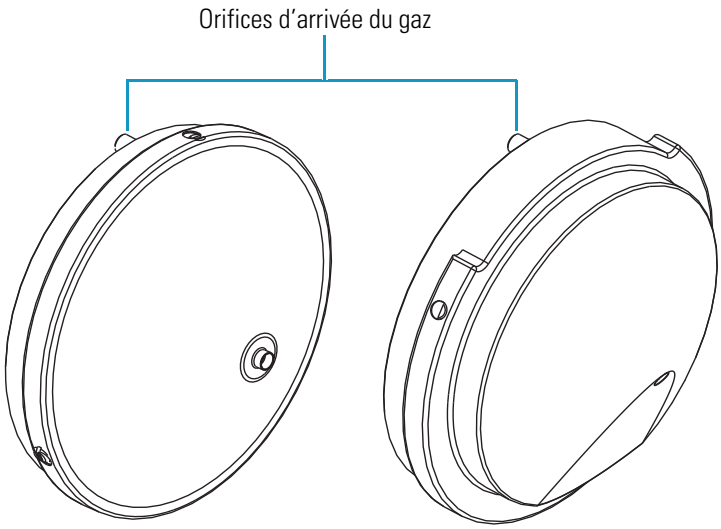


Figure 42. Cônes de balayage ionique pour FAIMS et APPI (à gauche) / H-ESI, ESI et APCI (à droite) : illustration des orifices d'arrivée du gaz



Remarque L'élimination des obstructions du tube de transfert des ions doit faire augmenter la pression mesurée par la jauge Convectron jusqu'à une valeur normale (environ 1,5 Torr). Si vous ne parvenez pas à éliminer l'obstruction du tube de transfert des ions en adoptant cette méthode, remplacez le tube.

Entretien de l'interface avec la source d'ions

L'interface avec la source d'ions comprend le cône de balayage ionique, le tube de transfert des ions, le dispositif de chauffage du capillaire, la lentille tubulaire ou la lentille S-lens, la lentille de sortie ou le skimmer. Le tube de transfert des ions a une durée de vie limitée. En cas de corrosion interne, vous devez remplacer le tube.

Il est possible de procéder au nettoyage, au retrait ou au remplacement du cône de balayage ionique et du tube de transfert des ions sans avoir à arrêter le pompage. Voir la section « Entretien du cône de balayage ionique et du tube de transfert des ions » à la page 73.

Excepté le cône de balayage ionique et le tube de transfert des ions, vous pouvez nettoyer les composants de l'interface avec la source d'ions en effectuant les opérations suivantes :

1. Arrêt du système et du pompage
2. Retrait du boîtier de source d'ions Ion Max ou Ion Max-S
3. Retrait de l'interface avec la source d'ions
4. Retrait de la lentille S-lens et de la lentille de sortie (TSQ Vantage)
5. Nettoyage de la lentille S-lens et de la lentille de sortie (TSQ Vantage)
6. Dépose de la lentille tubulaire et du skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra)
7. Nettoyage de la lentille tubulaire et du skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra)
8. Réassemblage de la lentille S-lens et de la lentille de sortie (TSQ Vantage)
9. Remontage de la lentille tubulaire et du skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra)
10. Réassemblage de l'interface avec la source d'ions
11. Remontage du boîtier de la source Ion Max ou Ion Max-S
12. Redémarrage du système

Arrêt du système et du pompage

Arrêtez le système et le pompage. Voir la section « Arrêt complet du système » à la page 50.

Retrait du boîtier de source d'ions Ion Max ou Ion Max-S

Vous devez déposer le boîtier de la source d'ions Ion Max ou Ion Max-S pour accéder à l'interface de la source d'ions. Voir la section « Retrait du boîtier de source d'ions Ion Max ou Ion Max-S » à la page 65.

Retrait de l'interface avec la source d'ions

Vous devez retirer l'interface avec la source d'ions pour accéder au skimmer ou à la lentille de sortie, à la lentille S-lens ou à la lentille tubulaire, ainsi qu'au dispositif de chauffage du capillaire.

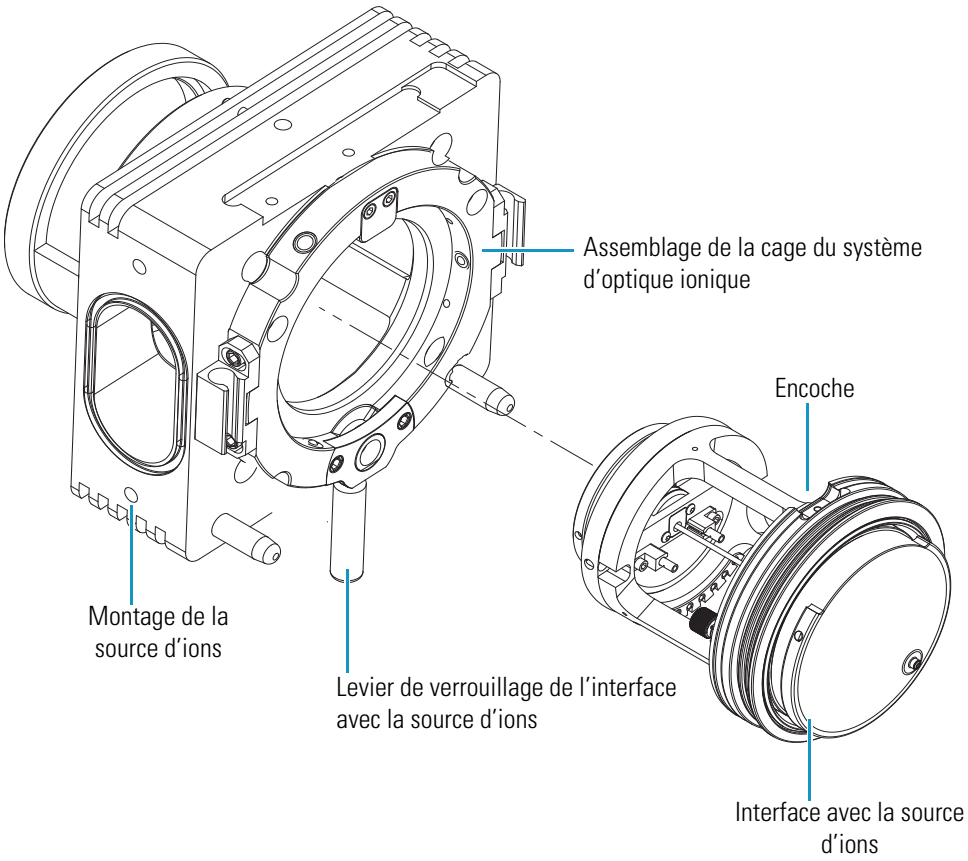
MISE EN GARDE Laissez refroidir l'interface avec la source d'ions à température ambiante avant de procéder à son retrait.

❖ **Pour retirer l'interface avec la source d'ions**

1. Munissez-vous de gants propres, sans talc.

2. En appliquant un mouvement de gauche à droite, actionnez à plusieurs reprises le levier de verrouillage/déverrouillage de l'interface avec la source d'ions de façon à dégager cette dernière de la cage du système d'optique ionique. Voir la Figure 43.
3. Tirez fermement vers vous l'interface avec la source d'ions en maintenant celle-ci par ses rainures extérieures exposées.
4. Placez l'assemblage sur une surface propre non pelucheuse.

Figure 43. Retrait de l'interface avec la source d'ions


Assemblage de la cage du système d'optique ionique
Encoche
Montage de la source d'ions
Levier de verrouillage de l'interface avec la source d'ions
Interface avec la source d'ions

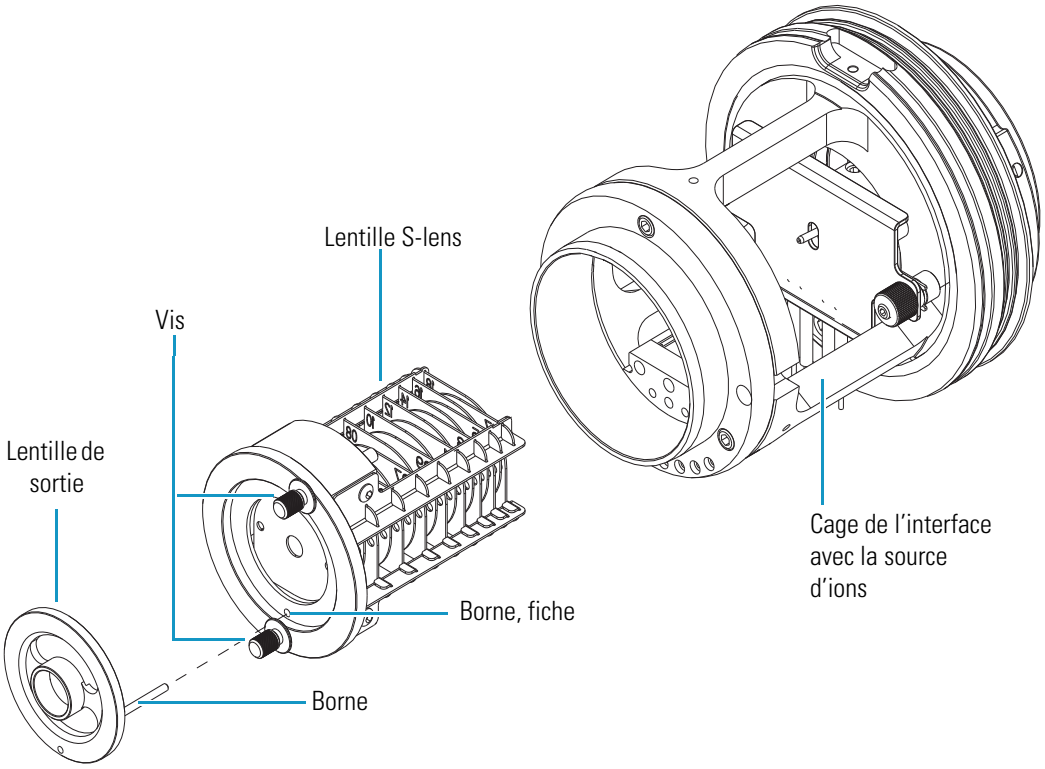
Retrait de la lentille S-lens et de la lentille de sortie (TSQ Vantage)

Vous devez retirer la lentille S-lens et la lentille de sortie de la cage de l'interface avec la source d'ions avant de pouvoir les nettoyer.

❖ **Pour retirer la lentille S-lens et la lentille de sortie de l'assemblage de l'interface avec la source d'ions**

1. Munissez-vous de gants propres, non pelucheux et sans talc. Desserrez les deux vis fixant la lentille S-lens à la cage de l'interface avec la source d'ions et la lentille de sortie à la lentille S-lens. Voir la Figure 44.
2. Tenez les deux vis et tirez la lentille S-lens hors de la cage de l'interface avec la source d'ions avec précaution. Placez-la sur une surface propre non pelucheuse.
3. Retirez la lentille de sortie de la lentille S-lens et placez-la sur une surface propre non pelucheuse.

Figure 44. Retrait de la lentille de sortie et de la lentille S-lens de la cage de l'interface avec la source d'ions (TSQ Vantage)



Nettoyage de la lentille S-lens et de la lentille de sortie (TSQ Vantage)

❖ **Pour nettoyer la lentille S-lens et la lentille de sortie**

Remarque Munissez-vous de gants propres pour manipuler la lentille de sortie et la lentille S-lens.

MISE EN GARDE Ne nettoyez pas la lentille de sortie ou la lentille S-lens avec des détergents, des substances acides, caustiques ou abrasives.

1. Nettoyez la lentille de sortie et la lentille S-lens séparément pendant 15 minutes dans une solution méthanol/eau 50/50 pour HPLC.
2. Rincez la lentille de sortie et la lentille S-lens avec du méthanol.
3. Laissez sécher la lentille de sortie et la lentille S-lens à l'air libre ou séchez-les avec de l'azote gazeux. Vérifiez que tout le solvant s'est évaporé des composants avant de procéder au réassemblage.

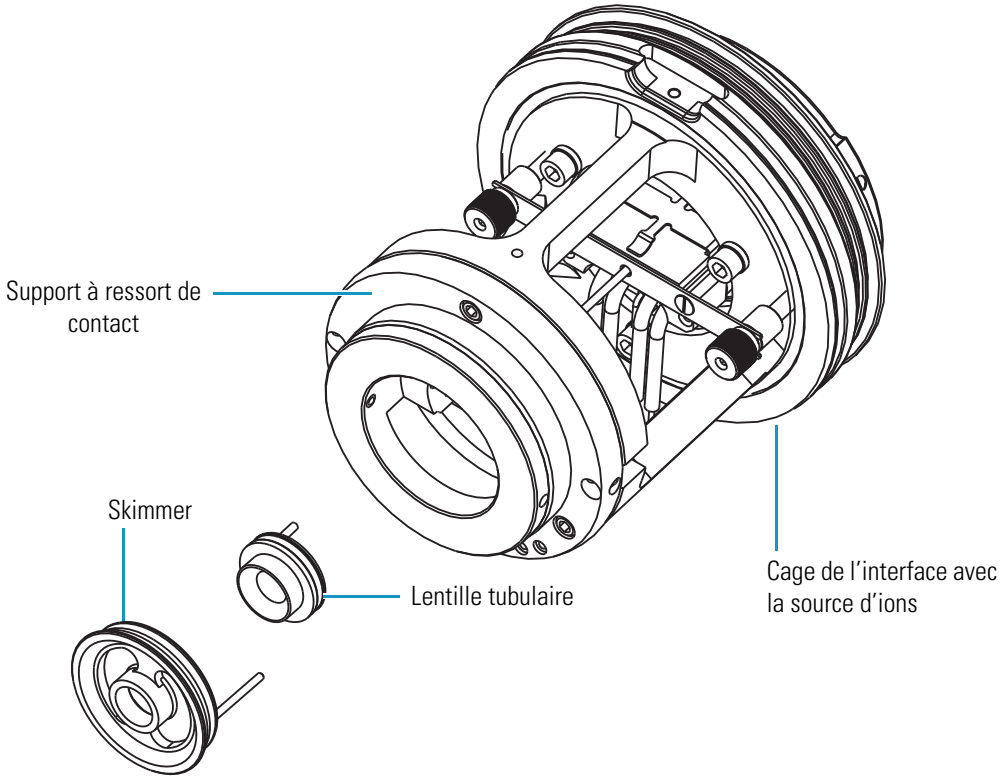
Dépose de la lentille tubulaire et du skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra)

Vous devez retirer la lentille tubulaire et le skimmer de l'assemblage de l'interface avec la source d'ions avant de pouvoir les nettoyer.

❖ **Pour retirer la lentille tubulaire et le skimmer de l'assemblage de l'interface avec la source d'ions**

1. Munissez-vous de gants propres, non pelucheux et sans talc. Placez vos mains à l'arrière du skimmer et sortez délicatement celui-ci du support à ressort de contact. Si nécessaire, dévissez les vis de fixation. Voir la Figure 45.
2. Placez le skimmer sur une surface propre et non pelucheuse.
3. Poussez la lentille tubulaire par l'arrière hors du support à ressort de contact.
4. Placez la lentille tubulaire sur une surface propre et non pelucheuse.

Figure 45. Dépose du skimmer et de la lentille tubulaire depuis la cage d'interface du TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra



Nettoyage de la lentille tubulaire et du skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra)

❖ **Pour nettoyer la lentille tubulaire et le skimmer**

Remarque Munissez-vous de gants propres pour manipuler la lentille tubulaire et le skimmer.

MISE EN GARDE Ne nettoyez pas la lentille ou le skimmer avec des détergents, des substances acides, caustiques ou abrasives.

Le bord effilé du cône du skimmer est fragile et toute déformation peut se traduire par une perte d'efficacité de la transmission des ions. Veillez à ne pas laisser tomber le skimmer lors de son nettoyage. Nettoyez le skimmer séparément, cône orienté vers le haut.

Nettoyez la lentille tubulaire et le skimmer séparément dans une solution organique ou aqueuse. Le méthanol pour HLPC est le solvant de prédilection pour la plupart des opérations de nettoyage. Toutefois, si vous utilisez régulièrement des tampons ou des solutions salines, une solution aqueuse peut s'avérer nécessaire pour le nettoyage. Si vous devez faire usage d'un solvant autre que le méthanol, après avoir nettoyé le composant, rincez-le à l'eau distillée puis, pour le rinçage final, au méthanol. Laissez sécher la lentille tubulaire et le skimmer à l'air libre ou séchez-les avec de l'azote gazeux. Dans tous les cas, vérifiez que tout le solvant s'est évaporé des composants avant de procéder au réassemblage.

Réassemblage de la lentille S-lens et de la lentille de sortie (TSQ Vantage)

❖ **Pour réassembler la lentille S-lens et la lentille de sortie**

1. Réinsérez la lentille de sortie dans la lentille S-lens comme suit :
   a. Munissez-vous de gants propres non pelucheux sans talc et placez les vis sur la lentille S-lens. Voir la Figure 44 à la page 78.
   b. Insérez la borne de la lentille de sortie dans la fiche correspondante, puis insérez la lentille de sortie dans la lentille S-lens.
2. Réinstallez la lentille de sortie et la lentille S-lens dans la cage de l'interface avec la source d'ions comme suit :
   a. Maintenez la lentille S-lens par les vis et orientez celles-ci vers les orifices correspondants sur l'interface avec la source d'ions. Il n'est possible de les orienter que dans une seule direction.
   b. Réinsérez la lentille S-lens dans la cage de l'interface avec la source d'ions avec précaution.
   c. Serrez les vis manuellement au maximum.

Remontage de la lentille tubulaire et du skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra)

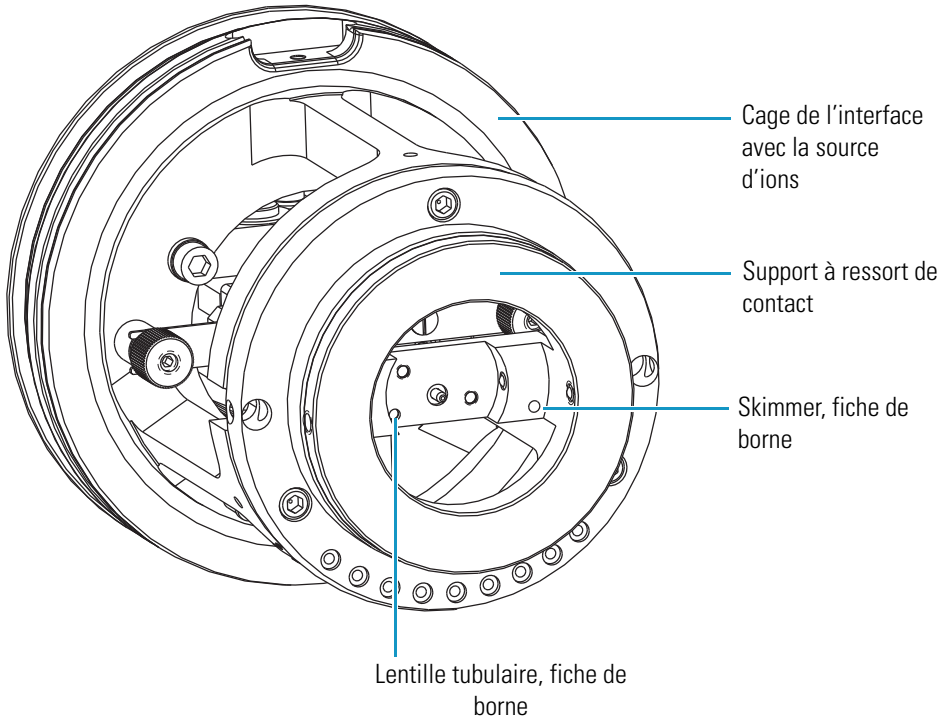
❖ **Pour réassembler la lentille tubulaire et le skimmer**

1. Remontez la lentille tubulaire sur la cage de l'interface avec la source d'ions (voir la Figure 46) comme suit :
   a. Disposez la lentille tubulaire en orientant l'extrémité de ses bornes vers la fiche du câble de raccordement correspondant située sur le support de la rondelle de contact.
   b. Introduisez l'extrémité de la borne dans la fiche et appuyez fermement sur la lentille pour l'insérer correctement sur le support de la rondelle de contact.

MISE EN GARDE Veillez à ne pas érafler ni rayer le cône du skimmer.

2. Remontez le skimmer sur l'assemblage de l'interface avec la source d'ions comme suit :
   a. Disposez le skimmer en orientant l'extrémité de ses bornes vers la fiche du câble de raccordement de la lentille tubulaire située sur le support de la rondelle de contact.
   b. Introduisez l'extrémité de la borne dans la fiche et appuyez fermement sur le skimmer pour l'insérer correctement sur le support de la rondelle de contact.

Figure 46. Cage d'interface du TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX ou TSQ Quantum Ultra, indiquant le skimmer et les alvéoles de la broche de centrage de la lentille tubulaire


Cage de l'interface avec la source d'ions
Support à ressort de contact
Skimmer, fiche de borne
Lentille tubulaire, fiche de borne

Réassemblage de l'interface avec la source d'ions

❖ **Pour réassembler l'interface avec la source d'ions**

1. Disposez l'interface avec la source d'ions en alignant l'encoche de l'orifice d'arrivée du gaz de balayage sur le bloc d'arrivée du gaz de balayage qui se trouve sur le support de la source d'ions.
2. Faites délicatement glisser l'interface avec la source d'ions dans l'assemblage de la cage du système d'optique ionique.

Remontage du boîtier de la source Ion Max ou Ion Max-S

Remontage du boîtier de la source d'ions Ion Max ou Ion Max-S comme indiqué sous la rubrique « Installation du boîtier de la source Ion Max ou Ion Max-S » à la page 67.

Il est possible qu'il vous faille également remonter une sonde et les lignes de liquide LC. Dans ce cas, procédez conformément aux instructions fournies dans le *Guide de connexion de la gamme TSQ*.

Redémarrage du système

Redémarrez le système conformément aux instructions fournies à la section « Redémarrage du système après un arrêt complet » à la page 51.

Nettoyage du système d'optique ionique Q00

En raison de l'accumulation de résidus chimiques sur les surfaces de la lentille tubulaire et du skimmer, la lentille RF Q00 constitue une couche isolante susceptible de modifier les champs électriques qui contrôlent la transmission des ions. Dans ce contexte, le nettoyage des composants du système d'optique ionique est essentiel au bon fonctionnement de l'instrument. La lentille tubulaire et le skimmer sont à nettoyer moins souvent que la source API. La lentille RF Q00 est à nettoyer moins souvent que la lentille tubulaire et le skimmer. La fréquence de nettoyage varie suivant le type et la quantité des composés analysés.

Pour nettoyer ou remplacer les composants du système d'optique ionique Q00, effectuez les opérations suivantes :

1. Arrêt du système et du pompage
2. Retrait du boîtier de source d'ions Ion Max ou Ion Max-S
3. Retrait de l'interface avec la source d'ions
4. Retrait de la cage du système d'optique ionique
5. Démontage de l'assemblage de la cage du système d'optique ionique
6. Nettoyage des lentilles Q00 et L0
7. Remontage de l'assemblage de la cage du système d'optique ionique
8. Remontage de l'assemblage de la cage du système d'optique ionique
9. Réassemblage de l'interface avec la source d'ions
10. Remontage du boîtier de la source Ion Max ou Ion Max-S
11. Redémarrage du système

Arrêt du système et du pompage

Arrêtez le système et le pompage conformément aux instructions de la section « Arrêt complet du système » à la page 50.

Dépose du boîtier de la source d'ions Ion Max ou Ion Max-S

Déposez le boîtier de la source d'ions Ion Max ou Ion Max-S pour accéder à l'interface de la source d'ions. Déposez le boîtier de la source d'ions Ion Max ou Ion Max-S comme indiqué sous la rubrique « Retrait du boîtier de source d'ions Ion Max ou Ion Max-S » à la page 65.

Retrait de l'interface avec la source d'ions

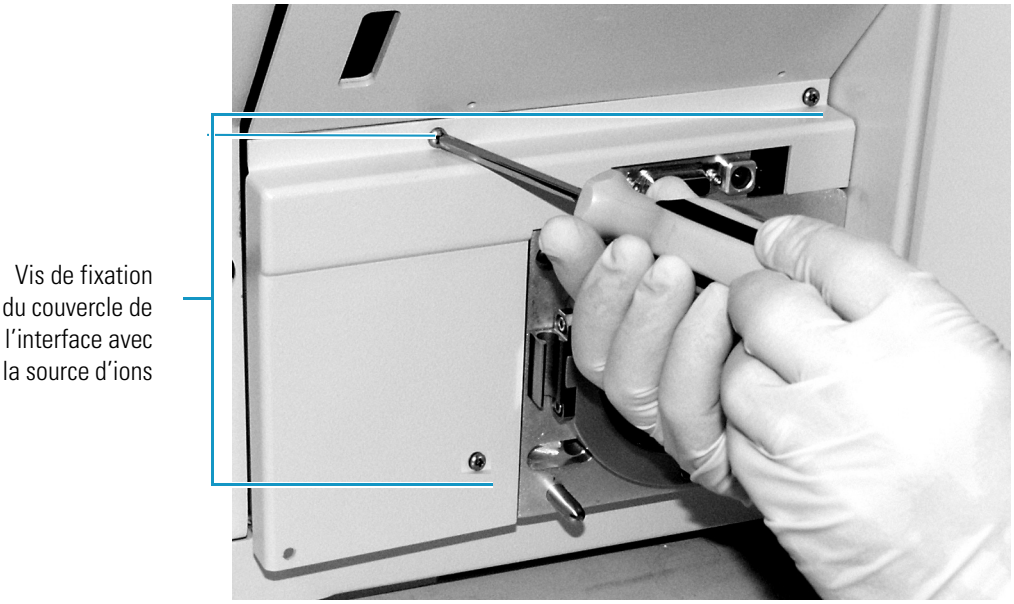
Vous devez retirer l'interface avec la source d'ions pour accéder au système d'optique ionique Q00. Retirez l'interface avec la source d'ions conformément aux instructions de la section « Retrait de l'interface avec la source d'ions » à la page 76.

Retrait de la cage du système d'optique ionique

❖ **Pour retirer la cage du système d'optique ionique**

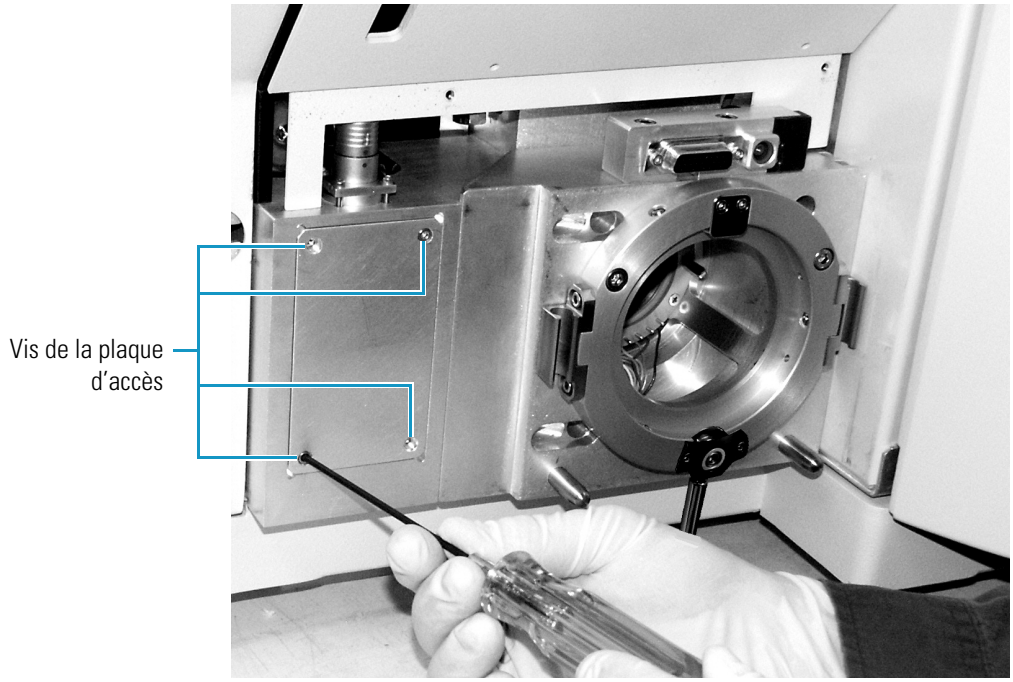
1. À l'aide d'un tournevis cruciforme, retirez les trois vis qui maintiennent le couvercle de l'interface avec la source d'ions sur le spectromètre, puis posez le couvercle dans un endroit sûr. Voir la Figure 47.

Figure 47. Retrait des vis du couvercle de l'interface avec la source d'ions



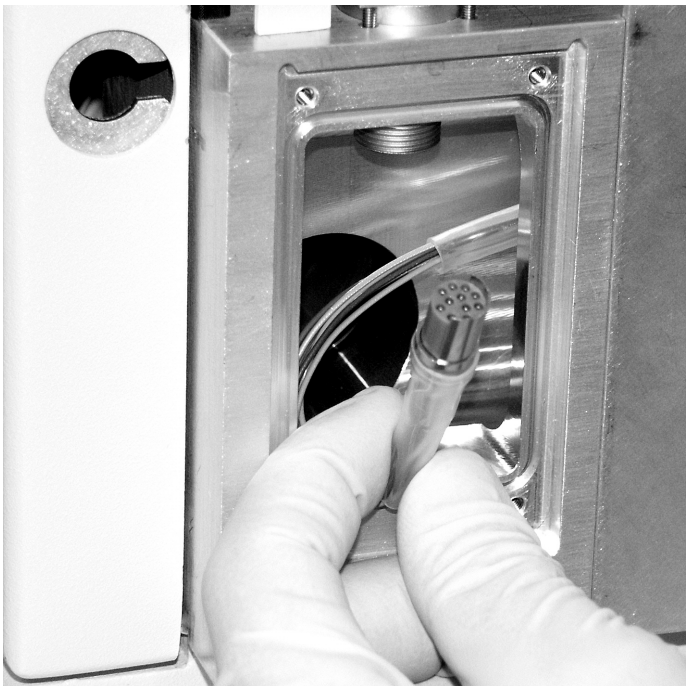
2. À l'aide d'un tournevis à tête hexagonale, retirez la plaque d'accès de l'adaptateur de la pompe primaire. Voir la Figure 48.

Figure 48. Retrait des vis de la plaque d'accès de l'adaptateur de la pompe primaire



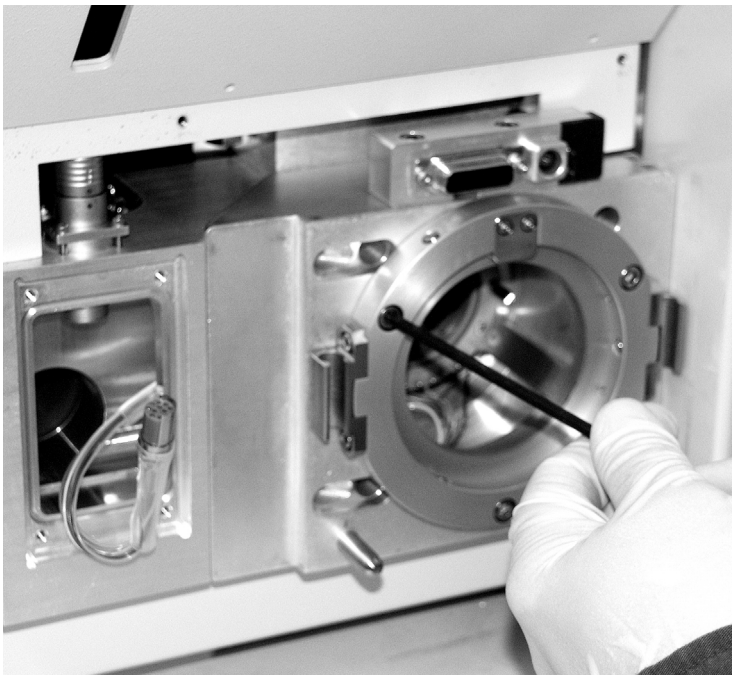
3. Débranchez le faisceau de câbles de la source d'ions du connecteur. Voir la Figure 49.

Figure 49. Débranchement du connecteur du faisceau de câble de la source d'ions



4. Retirez la cage du système d'optique ionique :
   a. À l'aide d'un tournevis cruciforme, retirez les trois vis qui maintiennent la cage du système d'optique ionique sur l'assemblage de montage de la source d'ions. Voir la Figure 50.

      Figure 50. Retrait des vis de fixation de la cage du système d'optique ionique

   b. Faites délicatement glisser le faisceau de câbles hors de l'adaptateur de la pompe primaire et de l'avant de la cage pour être sûr de ne pas le coincer entre cette dernière et l'assemblage de montage de la source d'ions lors du retrait de la cage. Voir la Figure 51.

Figure 51. Extraction du faisceau de câbles de la cage hors du système d'optique ionique

c. Extrayez délicatement la cage du système d'optique ionique hors de l'assemblage de montage de la source d'ions. Voir la Figure 52.

d. Placez l'assemblage de la cage du système d'optique ionique sur une surface propre non pelucheuse.

Figure 52. Retrait de la cage du système d'optique ionique

Démontage de l'assemblage de la cage du système d'optique ionique

Il est nécessaire de procéder au retrait de la lentille RF Q00 et de la lentille L0 de l'assemblage de la cage du système d'optique ionique pour les nettoyer.

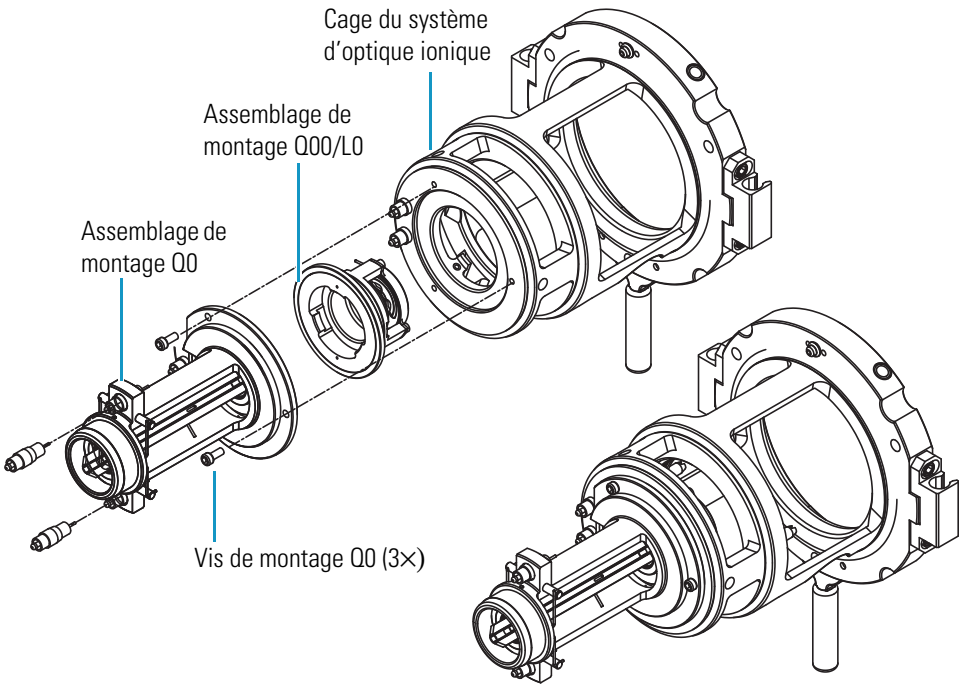
Remarque Prenez note de la position appropriée de tous les câbles avant de débrancher un quelconque fil électrique de son contact.

❖ **Pour démonter l'assemblage de la cage du système d'optique ionique**

Remarque Vous devez porter des gants propres lorsque vous manipulez les composants du système d'optique ionique.

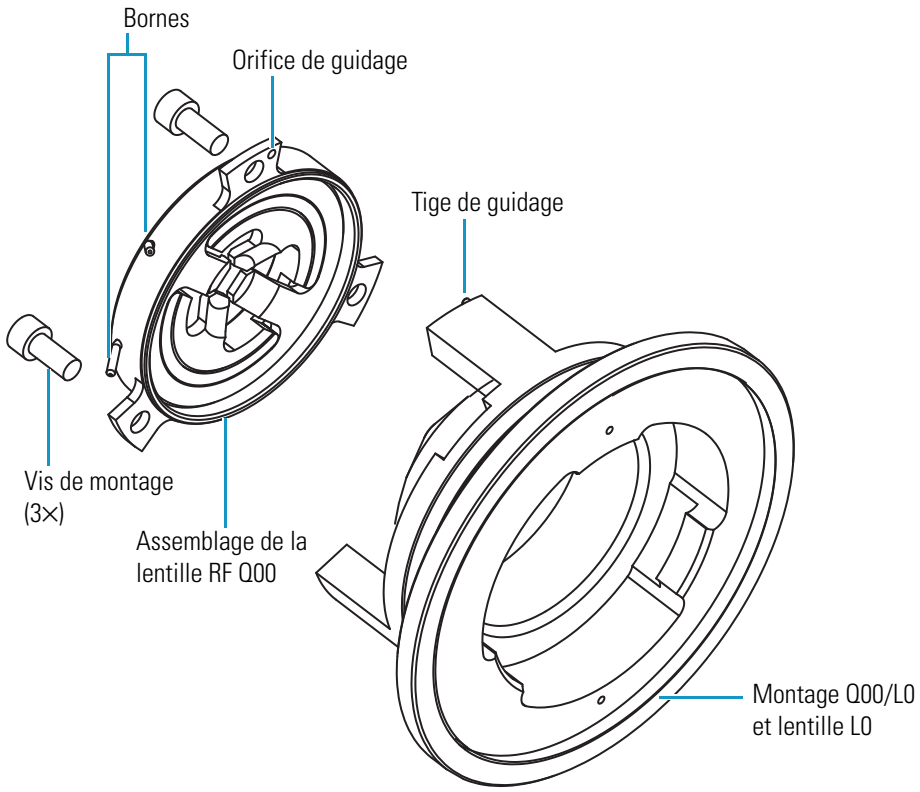
1. À l'aide d'un tournevis cruciforme, retirez les trois vis qui maintiennent l'assemblage de montage Q0 sur la cage du système d'optique ionique. Voir la Figure 53.

   Figure 53. Assemblage de la cage du système d'optique ionique après retrait des assemblages de montage Q0 et Q00/L0



2. Retirez l'assemblage de montage Q0. Placez-la sur une surface propre non pelucheuse.
3. À l'aide d'une pince à bec effilé, débranchez les deux câbles RF des deux bornes Q00.
4. Extrayez délicatement l'assemblage de montage Q00/L0 de la cage du système d'optique ionique en exerçant une pression dessus avec vos doigts.
5. À l'aide d'un tournevis à tête hexagonale, retirez les trois vis qui maintiennent l'assemblage de la lentille RF Q00 sur le support de montage Q00/L0. Conservez la lentille L0 montée sur le support Q00/L0 PEEK.

Figure 54. Schéma explosé de l'assemblage de montage Q00/L0



6. Placez tous les composants sur une surface propre non pelucheuse.

MISE EN GARDE Le démontage de l'assemblage de la lentille RF Q00 s'arrête ici.

Nettoyage des lentilles Q00 et L0

❖ **Pour nettoyer les lentilles RF Q00 et L0**

1. Nettoyez les lentilles RF Q00 et L0 à l'aide d'un serviette Kimwipe™ imbibée de méthanol.

MISE EN GARDE N'utilisez pas de substances abrasives pour nettoyer la lentille RF Q00. Ne plongez pas les lentilles RF Q00 et L0 dans du solvant.

Remarque Munissez-vous toujours de gants propres pour manipuler les pièces après leur nettoyage.

2. Faites sécher les pièces sous un courant d'azote gazeux.
3. Inspectez chaque pièce afin d'éliminer les particules de contamination et de poussière. Si nécessaire, répétez la procédure de nettoyage.

Remontage de l'assemblage de la cage du système d'optique ionique

❖ **Pour remonter l'assemblage Q00/L0**

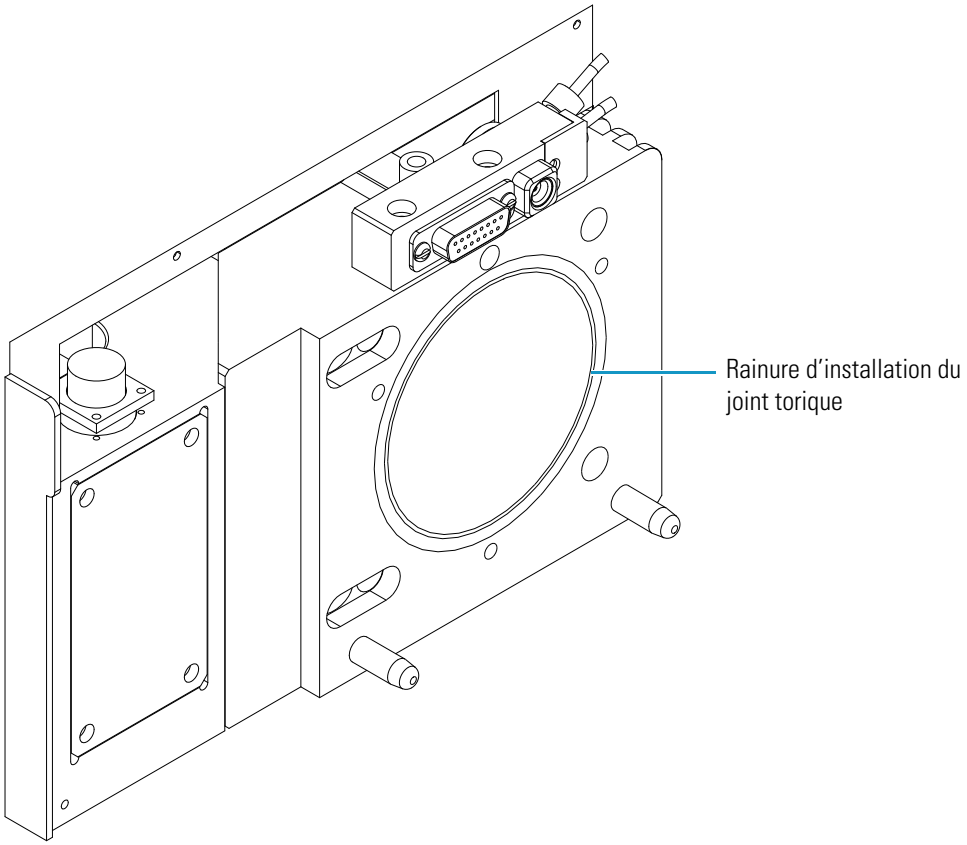
1. Remontez l'assemblage Q00 sur le support Q00/L0 :
   a. Orientez l'assemblage Q00 de sorte que la tige de guidage du support Q00/L0 pénètre dans l'orifice de guidage de l'assemblage Q00.
   b. Fixez l'assemblage Q00 à l'aide des trois vis de montage Q00.
2. Remontez l'assemblage Q00/L0 dans la cage du système d'optique ionique.
   a. Orientez l'assemblage de montage Q00/L0 de façon à rapprocher le plus possible les bornes des câbles de la cage du système d'optique ionique.
   b. Enfoncez l'assemblage Q00/L0 dans la cage. Voir la Figure 53.
3. Utilisez une pince à bec effilé pour rebrancher le câble RF supérieur à la borne Q00 supérieur et le câble RF inférieur à la borne Q00 correspondante.
4. Remontez l'assemblage Q0 dans la cage du système d'optique ionique.
   a. Orientez l'assemblage de montage Q0 de sorte que son côté plat soit face aux deux contacts.
   b. Fixez l'assemblage de montage Q0 à la cage du système d'optique ionique à l'aide des trois vis de montage. Voir la Figure 53.

Remontage de l'assemblage de la cage du système d'optique ionique

❖ **Pour réassembler la cage du système d'optique ionique**

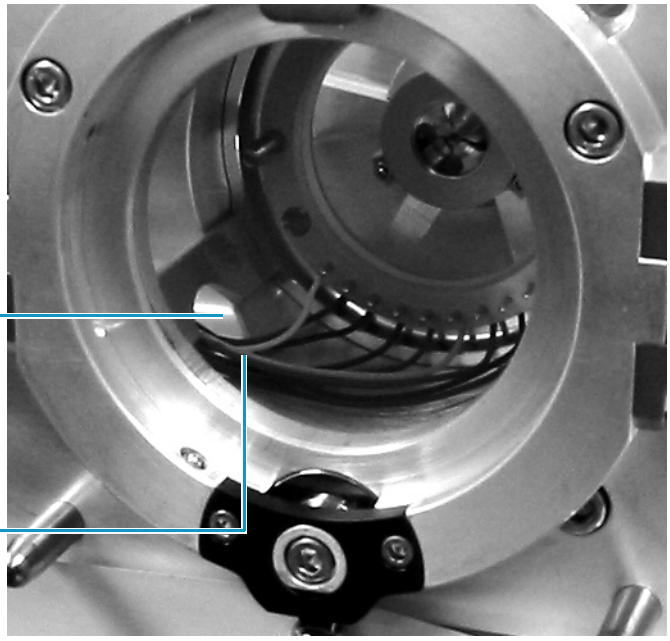
1. Remontez le joint torique Viton™ de 8,25 cm de diamètre intérieur dans la rainure de l'assemblage de montage de la source d'ions. Voir la Figure 55.

   Figure 55. Assemblage de montage de la source d'ions et rainure d'installation du joint torique



2. Placez l'assemblage de la cage du système d'optique avec ses bornes de contact orientées en bas, puis introduisez-le partiellement dans l'assemblage de montage de la source d'ions.
3. Ramenez le faisceau de câbles au niveau de l'adaptateur de la pompe primaire et rebranchez le câble. Faites pivoter l'assemblage de la cage du système d'optique, si nécessaire.
4. Insérez complètement l'assemblage de la cage du système d'optique ionique en veillant à ce que les bornes de contact s'introduisent bien dans les fiches de l'assemblage de montage de la source d'ions.
5. Assurez-vous que le joint torique Viton (DI : 8,25 cm) est correctement installé entre l'assemblage de la cage du système ionique et l'assemblage de montage de la source d'ions.
6. Disposez délicatement le faisceau de câbles dans le renfoncement situé au bas de l'assemblage de montage de la source d'ions de sorte que les câbles ne se trouvent pas sur la trajectoire de l'assemblage de l'interface avec la source d'ions que vous allez ensuite remonter. Voir la Figure 56.

Figure 56. Assemblage de la cage du système d'optique ionique après remontage



7. Remettez en place les trois vis de l'assemblage de la cage du système d'optique ionique qui fixent la cage à l'assemblage de montage de la source d'ions. Voir la Figure 50.
8. Branchez le connecteur du faisceau de câbles de la source d'ions. Enfoncez fermement le connecteur pour le fixer. Voir la Figure 49.
9. Remontez la plaque d'accès et les vis de l'adaptateur de la pompe primaire. Voir la Figure 48.
10. Remontez le couvercle et les vis de l'interface avec la source d'ions. Voir la Figure 47.

Réassemblage de l'interface avec la source d'ions

Réassemblez l'interface avec la source d'ions conformément aux instructions de la section « Réassemblage de l'interface avec la source d'ions » à la page 81.

Remontage du boîtier de la source d'ions Ion Max ou Ion Max-S

Remontage du boîtier de la source d'ions Ion Max ou Ion Max-S comme indiqué sous la rubrique « Installation du boîtier de la source Ion Max ou Ion Max-S » à la page 67.

Redémarrage du système

Redémarrez le système conformément aux instructions fournies à la section « Redémarrage du système après un arrêt complet » à la page 51.

Entretien de la pompe primaire

La pompe primaire se trouve sous la table de travail du système TSQ. Son entretien se limite à contrôler, remplir, vidanger et remplacer l'huile.

L'huile de la pompe primaire est normalement de couleur jaune clair translucide. Vous devez contrôler régulièrement qu'il en est toujours ainsi. Pendant le fonctionnement normal de l'instrument, le niveau d'huile doit toujours être visible au travers du regard et se trouver entre les repères MIN et MAX. Lorsqu'il passe au-dessous du repère MIN, vous devez rajouter de l'huile. Si l'huile est trouble ou décolorée, vidangez-la pour éliminer les solvants dissous. Si l'huile ne retrouve pas sa couleur, remplacez-la. Prévoyez le remplacement de l'huile de la pompe toutes les 3 000 heures d'utilisation (environ tous les 4 mois). Pour connaître les procédures de vidange, rajout et remplacement de l'huile de la pompe primaire, reportez-vous à la documentation du fabricant.

Nettoyage des filtres des ventilateurs

Les filtres des ventilateurs de l'instrument doivent être nettoyés tous les quatre mois. Ces filtres se trouvent à l'arrière du couvercle avant et sur le couvercle latéral droit du spectromètre de masse TSQ.

❖ Pour nettoyer les filtres des ventilateurs

1. Retirez le filtre du couvercle latéral droit :
   a. A l'aide d'un tournevis cruciforme, retirez les six vis fixant l'appliqué bleu au couvercle droit (TSQ Vantage).
   b. Retirez l'appliqué.
   c. Dévissez et retirez les quatre vis qui maintiennent le support du filtre sur le couvercle droit. Notez que de l'extérieur du spectromètre, le support du filtre s'apparente à une grille.
   d. Retirez le support et le filtre.
2. Retirez le filtre du couvercle avant :
   a. Retirez le couvercle avant du spectromètre de masse TSQ :
      i. Débranchez tous les tuyaux raccordés à la vanne de dérivation/d'injection et à la pompe seringue.
      ii. Appuyez sur les deux dispositifs de fermeture (bleus) à ressort qui se trouve de part et d'autre du couvercle avant.
      iii. Tirez vers vous le couvercle sur environ 15 cm de façon à pouvoir accéder au câble du circuit imprimé du panneau avant et aux deux câbles de mise à la terre.
      iv. Débranchez le câble du circuit imprimé du panneau avant du spectromètre en soulevant la fixation du connecteur, puis en dégageant le câble.
      v. Débranchez les deux câbles de mise à la terre de leur connecteur respectif.
      vi. Retirez le couvercle avant.
   b. Dévissez et retirez les quatre vis qui maintiennent le support du filtre sur le couvercle.
   c. Retirez le support et le filtre.
3. Nettoyez les filtres dans une solution savonneuse.

4. Rincez-les à l'eau du robinet.
5. Éliminez l'eau des filtres et laissez-les sécher à l'air libre.
6. Remontez le filtre sur le couvercle droit :
   a. Disposez le filtre dans son support et placez l'ensemble sur le couvercle droit.
   b. Revissez les quatre vis qui maintiennent le support du filtre sur le couvercle droit.
   c. Placez l'appliqué bleu sur le couvercle droit (TSQ Vantage).
   d. Insérez et revissez les six vis qui maintiennent l'appliqué sur le couvercle droit.
7. Remontez le filtre sur le couvercle avant :
   a. Disposez le filtre dans son support et placez l'ensemble à l'arrière du couvercle avant.
   b. Revissez les quatre vis qui maintiennent le support du filtre sur le couvercle avant.
   c. Remontez le couvercle avant du spectromètre de masse TSQ.
      i. Placez le couvercle avant à environ 15 cm du spectromètre de masse TSQ.
      ii. Rebranchez les câbles de mise à la terre à leur connecteur respectif.
      iii. Rebranchez le câble du circuit imprimé du panneau avant au spectromètre en l'insérant dans son connecteur. Appuyez sur la fixation du connecteur pour fixer le câble.
      iv. Alignez le couvercle avant sur les deux tiges guides du spectromètre de masse TSQ.
      v. Appuyez le couvercle avant contre le spectromètre jusqu'à ce que les deux dispositifs de fermeture à ressort s'enclenchent en position.
      vi. Rebranchez tous les tuyaux de la vanne de dérivation/d'injection et de la pompe seringue.

Tests de diagnostic et remplacement des cartes de circuits imprimés et des assemblages

La fonction de diagnostic du système TSQ permet de tester de nombreux composants du spectromètre de masse TSQ. En cas de problème lié à l'électronique de l'instrument, les tests de diagnostic constituent souvent la solution pour identifier le problème. Dans la plupart des cas, le remplacement d'une carte de circuits imprimés ou d'un assemblage défectueux résout le problème. Une fois la carte ou l'assemblage concerné remplacé, les tests de diagnostic sont de nouveau exécutés afin de s'assurer du fonctionnement approprié de l'instrument.

Remarque Trois niveaux de protection sont disponibles :

- Aucune protection : tous les utilisateurs peuvent accéder à l'ensemble des espaces de travail.
- Protection automatique : le logiciel Tune Master utilise le mot de passe par défaut (lctsq) pour protéger les espaces de travail sécurisés.
- Protection par mot de passe personnalisé : l'utilisateur principal (ou le responsable ou administrateur du laboratoire) peut choisir le mot de passe à utiliser pour sécuriser les espaces de travail.

Si l'accès à votre système TSQ est protégé par mot de passe, vous devez demander à ce qu'il vous soit communiqué afin de pouvoir accéder aux espaces de travail sécurisés (dont l'espace de réglage et d'étalonnage du système, System Tune and Calibration Workspace). En cas d'oubli du mot de passe de protection de l'instrument, vous devez réinstaller le logiciel TSQ afin de rétablir le mot de passe par défaut (lctsq).

Contenu

- Exécution des tests de diagnostic du système TSQ
- Remplacement d'un fusible
- Remplacement des cartes de circuits imprimés et des alimentations

Exécution des tests de diagnostic du système TSQ

Les tests de diagnostic du système TSQ évaluent les principaux circuits électroniques internes de l'instrument et indiquent le résultat de leur exécution. En cas de problème lié à l'électronique de l'instrument, les tests de diagnostic du système TSQ constituent souvent la solution pour identifier le problème.

MISE EN GARDE Les utilisateurs non expérimentés ne doivent exécuter que les diagnostics suivants :

- Carte de la source d'ions
- Contrôle système
- Carte de contrôle de l'analyseur

Les tests de diagnostic du système TSQ ne permettent pas de diagnostiquer les problèmes qui ne sont pas d'ordre électrique. Par exemple, ils ne permettent pas de diagnostiquer une sensibilité insuffisante consécutive au mauvais alignement ou à l'état de salissure des composants ou encore à un réglage inapproprié. Il est donc indispensable que la personne en charge de l'exécution des tests de diagnostic soit familiarisée avec le fonctionnement du système, ses concepts matériels de base et le détail des tests de diagnostic.

Normalement, seul un technicien de maintenance sur site Thermo Fisher Scientific est habilité à exécuter ces tests car certains d'entre eux peuvent écraser les paramètres du système. Cependant, avant de contacter un technicien de maintenance sur site Thermo Fisher Scientific en vue de cette opération, tentez de répondre aux questions suivantes :

- Le dysfonctionnement du système a-t-il été observé lors de l'analyse d'échantillons ?
- Les problèmes suspectés ont-ils été observés après une intervention de maintenance sur l'instrument, le système de données ou les périphériques ?
- Avez-vous modifié la configuration du système, des câbles ou des périphériques avant que le problème ne survienne ?

Si la réponse à la première question ci-dessus est oui, il est possible qu'une panne matérielle existe et, dans ce cas, l'exécution des tests de diagnostic est appropriée.

Si la réponse à l'une des deux dernières questions ci-dessus est oui, le problème est probablement d'ordre mécanique et non électrique. Vérifiez de nouveau si l'alignement, les configurations et le branchement des câbles sont corrects avant d'appeler le technicien de maintenance sur site Thermo Fisher Scientific. Veillez à prendre et conserver des notes documentant la nature du problème et décrivant les mesures correctives que vous avez mises en oeuvre. Si le problème persiste, vous pouvez communiquer ces informations au technicien de maintenance sur site. Le service de maintenance sur site sera ainsi en mesure de procéder à une évaluation préliminaire du problème avant la venue d'un technicien sur votre site.

❖ **Pour exécuter un diagnostic**

MISE EN GARDE Les utilisateurs non expérimentés ne doivent exécuter que les diagnostics suivants :

- Carte de la source d'ions
- Contrôle système
- Carte de contrôle de l'analyseur

1. Ouvrez TSQ Tune Master :
   a. Cliquez sur **Démarrer** avec le bouton droit de la souris et sélectionnez **Explorer**.
   b. Naviguez jusqu'au dossier **C:\Thermo\Instruments\TSQ\system\programs**.
   c. Cliquez deux fois sur **TSQTune**.
2. Choisissez **Workpace > Full Instrument Control** pour afficher l'espace de travail Full Instrument Control.
3. Choisissez **Workpace > Diagnostics** pour afficher l'espace de travail Diagnostics Workspace.

Sélectionnez Test Name : **Ion Source Board**, **System Control** ou **Analyzer Control Board**.

Remplacement d'un fusible

Les fusibles protègent les différents circuits en procédant à leur ouverture en cas de surtension. Sur le spectromètre de masse TSQ, tout fusible qui saute signale une carte ou un module électronique défectueux qu'un technicien de maintenance sur site Thermo Fisher Scientific doit venir remplacer

MISE EN GARDE En raison de la complexité des procédures d'accès aux assemblages électroniques du spectromètre de masse TSQ, seul un technicien de maintenance sur site Thermo Fisher Scientific est habilité à procéder au remplacement des fusibles.

Remplacement des cartes de circuits imprimés et des alimentations

Les assemblages électroniques qui contrôlent le fonctionnement du spectromètre de masse sont répartis sur plusieurs cartes et autres modules situés dans la tour, dans l'ordinateur embarqué et sur ou autour le tube de vide de l'instrument

MISE EN GARDE Les assemblages électroniques du spectromètre de masse TSQ sont compacts afin de réduire la taille du système. En raison de la complexité des procédures de démontage et de remontage des assemblages électroniques du spectromètre de masse TSQ, seul un technicien de maintenance sur site Thermo Fisher Scientific est habilité à procéder à leur remplacement.

Pièces remplaçables

Ce chapitre fournit les références des pièces et consommables remplaçables pour le spectromètre de masse, ainsi que les kits. Pour garantir une maintenance adéquate du système TSQ, commandez uniquement les pièces répertoriées ou de type équivalent.

Contenu

- Kit d'accessoires MS
- Kit d'accessoires spécifique aux instruments TSQ Vantage
- Kit d'accessoires spécifique aux instruments TSQ Quantum Ultra, Ultra AM et Ultra EMR
- Kit de la sonde HESI-II
- Kit d'accessoires spécifique aux instruments TSQ Quantum Access
- Kit de composés d'étalonnage de masse précis TSQ
- Raccords, ferrules et boucles d'échantillonnage

Kit d'accessoires MS

Kit d'accessoires	**70111-62034**
Fusible, 0,25 A, 250 V, 5×20	00006-01700
Fusible, 0,25 A, 250 V, 5×20	00006-05080
Fusible, 0,50 A, 250 V, 5×20	00006-07608
Fusible, 1 A, 250 V, 5×20	00006-07610
Fusible, 2 A, 250 V	00006-09102
Fusible, 1 A, 250 V, 5×20	00006-10510
Fusible, 4 A, 250 V	00006-10705
Fusible, 0,16 A, 250 V, 5×20	00006-11204
Fusible, 4 A, 250 V	00006-11420
Fusible, 1,0 A, 250 V	00006-14015
Fusible, 6,3 A, 250 V, 5×20	00006-11450
Raccord, ferrule, Swagelok, arrière, 1/8 po	00101-02500
Raccord, ferrule, Swagelok, arrière, 1/4 po	00101-04000
Raccord, ferrule, Swagelok, avant, 1/8 po	00101-08500
Raccord, ferrule, Swagelok, avant, 1/4 po	00101-10000
Raccord, Swagelok, écrou, 1/4 po, laiton	00101-12500
Raccord, Swagelok, écrou, 1/8 po, laiton	00101-15500
Raccord, adaptateur HPLC, 10-32 × 1/4-28	00101-18080
Ferrule, DI 0,008 po, KEL-F™, HPLC	00101-18114
Raccord, Fingertight 2, Upchurch™	00101-18195

Ferrule, Fingertight 2, Upchurch 00101-18196
Raccord, HPLC, T, orifice 0,020, PEEK 00101-18204
Tuyau, silice fondue, 0,150 mm × 0,390 mm 00106-10498
Tuyau, silice fondue, DI 0,10 mm × DE 0,19 mm 00106-10499
Tuyau, silice fondue, DI 0,05 mm × DE 0,19 mm,
désactivé 00106-10502
Tube, jauge 28 hypodermique × 10 po 00106-20000
Raccord, HPLC, 10-32, long, une seule pièce 00109-99-00016
Septum 00301-16999
Seringue, 500 µL, Gastight™, aiguille amovible 00301-19016
Tuyau, PEEK, DI 0,005 × DE 1/16 po, rouge
1,5 m de long 00301-22912
Tuyau, Teflon™, DI 0,030 po. × DE 1/16 po 00301-22915
Kit adaptateur seringue 70005-62011
Aiguille, Corona, APCI 70005-98033
Outil, retrait tube de transfert des ions 70111-20258
Joint torique, graphite Vespel (pour le tube de transfert des ions). 97055-20442

Kit d'accessoires spécifique aux instruments TSQ Vantage

Kit d'accessoires 70111-62081
Tournevis sphérique 5/32 00025-10020
Réserpine. 00301-12901
Ultramark 1621 (EMR uniquement). 00301-12200
Tube de transfert des ions 70005-20423
Polytyrosine, liquide 00301-22924
Polytyrosine, solide 00301-22925
Câble, LC/MS. 60053-63035

Kit d'accessoires spécifique aux instruments TSQ Quantum Ultra, Ultra AM et Ultra EMR

Kit d'accessoires 70111-62057
Tournevis sphérique 5/32 00025-10020
Ultramark 1621 (EMR uniquement). 00301-12200
Réserpine. 00301-12901
Obturateur d'aiguille 07055-20271
Aiguille ESI 07055-20273
Kit, aiguille métallique, H-ESI 97055-62026
Tube de transfert des ions 97055-20199
Polytyrosine, liquide 00301-22924
Polytyrosine, solide 00301-22925
Câble, LC/MS. 60053-63035

Kit de la sonde HESI-II

Kit de la sonde HESI-II . . . . . OPTON 20037
Insert d'aiguille haut débit OPTON-53010
Insert d'aiguille bas débit OPTON-53011

Le kit de la sonde HESI-II contient la sonde HESI-II équipée d'un insert d'aiguille haut débit installé en usine. L'insert d'aiguille haut débit en métal convient pour les débits égaux ou supérieurs à 5 µl/min. Pour les applications à bas débit, commandez l'insert d'aiguille bas débit.

Kit d'accessoires spécifique aux instruments TSQ Quantum Access

Kit d'accessoires 70111-62059
Réserpine 00301-12901
Ultramark 1621 00301-12200
Obturateur d'aiguille 00950-00952
Aiguille ESI 00950-00990
Tube de transfert des ions 70111-20972
Polytyrosine, liquide 00301-22924
Polytyrosine, solide 00301-22925
Kit, aiguille métallique, haut débit 60053-63035
Kit, aiguille métallique, bas débit 97144-62080
Câble, LC/MS 70111-63136
CsI HAZMAT-01-00004

Kit de composés d'étalonnage de masse précis TSQ

Kit de composés d'étalonnage 70111-62029
Polyéthylène glycol, masse moléculaire 1 000, 5 g 00301-07710
Polyéthylène glycol, masse moléculaire 200, 5 g 00301-07712
Polyéthylène glycol, masse moléculaire 400, 5 g 00301-07714
Polyéthylène glycol, masse moléculaire 600, 5 g 00301-07716

Raccords, ferrules et boucles d'échantillonnage

Ferrule, Fingertight 2, Upchurch (pour : tuyau PEEK et tube Teflon) 00101-18196
Ferrule, DI 0,016 po, PEEK, Upchurch
(pour : ligne d'infusion capillaire en silice fondue) 00101-18120
Ferrule, DI 0,012 po, Kel-F, Upchurch (pour : aiguille métallique haut/bas débit) 00101-18114
Ferrule, DI 0,008 po, Kel-F, Upchurch
(pour : ligne d'échantillonnage capillaire en silice fondu) 00101-18116
Ferrule, LC, 1/16 po, acier inoxydable, Rheodyne 2522-3830
Raccord, Fingertight, Upchurch 00101-18195
Raccord, Fingertight, Upchurch 00101-18081
Raccord, adaptateur, Kel-F, 10-32 × 1/4-28, Upchurch
(connexion directe à l'entrée du capteur ESI) 00101-18080
Écrou, LC, 1/16 po, acier inoxydable, Rheodyne 2522-006
Raccord, jonction LC, orifice 0,010, PEEK 00101-18202
Raccord, jonction T LC, orifice 0,020, PEEK 00101-18204
Raccord, jonction adaptateur, PEEK, Upchurch 00101-18206
Boucle d'échantillonnage 5 µL, acier inoxydable 00110-22010

Index

A

Analyse de masse
  Champs RF et CC (figure) 29
  Dissociation induite par collision (CID) 31
  Présentation 30
Analyseur de masse
  Définition 4
  Description 27
  état marche/arrêt 57
Analyseur de masse quadripôlaire
  Description des fonctions 30
  Tension de décalage du quadripôle 32
Anode, multiplicateur d'électrons, description 34
Arrêt
  Hors cas d'urgence 50
  Ordinateur 51
  Procédure d'urgence 47
  procédure non urgente 50
  Spectromètre de masse 50
Arrêt du système
  Hors cas d'urgence, procédure 50
  Procédure d'urgence 47
  procédure non urgente 50
Arrêt, états Marche/Arrêt des composants 57
Arrivée, emplacement (figure) 41, 41
Assemblage analyseur, tensions appliquées aux lentilles 33
Assemblage de barreaux Q2, figure 29
Assemblage de la cage du système d'optique ionique
  Démontage 87
  Réassemblage 90
  Vue explosée (figure) 87
Assemblage de montage Q00/L0
  Emplacement (figure) 87
  Vue explosée (figure) 88
Assemblages de barres
  Analyse de masse 4
  Analyseur(s) de masse, quadripôle(s) 30
  Description 29
  Q1, Q2 et Q3 (remarque) 5
  Transmission des ions 4
Assemblages électroniques
  Description 41, 97
  Génération des tensions RF, description 42
  Module d'entrée d'alimentation, description 41
  Système de détection des ions 42
Azote
  pression 40
  Taux de consommation 60

B

Balayage de type centroïde, définition 12
Balayage en mode profil, définition 12
Boucle d'échantillonnage, pièces remplaçables 101
Bouton System Reset
  Description 21
  Emplacement (figure) 21
  Réinitialisation du spectromètre de masse 54

C

Câble d'alimentation, pompe primaire (Mise en garde) 39
Carte électronique de contrôle de l'analyseur, présentation 42
Carte électronique de contrôle du système, description 41
Cathode, multiplicateur d'électrons, description 34
Cellule de collision
  Emplacement (figure) 37
  Figure 29
Chambre d'optique ionique Q0 emplacement (figure) 37
Chambre de l'analyseur, emplacement (figure) 37
Chromatographe en phase liquide (LC)
  à propos 15
  configuration 15
  démarrage 51
  Description des fonctions 15
  diagramme d'interconnexion 45
  Prise en charge 15
CID. Voir dissociation induite par collision
Collecteur de dépression
  chambre d'optique ionique Q0, emplacement (figure) 37
  chambre de l'analyseur, emplacement (figure) 37
  chambre des cellules de collision, emplacement (figure) 37
Commutateur de service de l'électronique
  état de marche/arrêt des composants du spectromètre 57
commutateurs 20
Cône de balayage ionique
  Description 23
  emplacement (figure) 22
  Figure 74
  Nettoyage 74
  Rinçage 64, 73

Conformité
CEM iii
conformité réglementaire iii
DEEE vii
FCC v
Conformité à la directive DEEE vii
Conformité CEM iii
Conformité FCC v
Conformité réglementaire iii
Couvercle latéral (tube de vide), description 38

D

Démarrage
chromatographe en phase liquide 51
Conditions d'utilisation, réglage 53
échantillonneur automatique 53
Spectromètre de masse 51
Dépannage 95
Description des fonctions
Analyseur de masse 27
Chromatographe en phase liquide 15
Ordinateur 43
Pompe seringue 15
Spectromètre de masse 18
TSQ 13
vanne de dérivation/injection 16
Diagnostic
Exécution 96
Mise en garde 96
Diagramme d'interconnexion 45
Disjoncteur 20
Disjoncteur de l'alimentation principale MS
état de marche/arrêt des composants du spectromètre 57
Disjoncteur de l'alimentation principale, description 20
Dispositif de transmission des ions
Assemblage de barreaux 4
Définition 4
Dissociation induite par collision (CID), présentation 31
Dynode 34
Dynode de conversion
Description 34
état marche/arrêt 57
Figure 35

E

Échantillonneur automatique
A propos de 14
démarrage 53
Réglages 14
Électrovanne d'aération
Description 39
Témoin DEL 21
Énergie de collision (tension de décalage de Q2) 32
Ensembles de barreaux
analyseur(s) de masse, quadripôle 28
Entretien
Cône de balayage ionique, nettoyage 73
Cône de balayage, nettoyage 64
Fréquence (tableau) 70
Interface avec la source d'ions 75
Lentille de sortie, nettoyage 78
Lentille RF Q00, nettoyage 82
lentille RF Q00, nettoyage 88
Lentille S-lens, nettoyage 78
Lentille tubulaire, nettoyage 78, 79
Ligne de transfert des échantillons, rinçage 62
Pompe primaire 92
Recommandations (remarque) 69
Skimmer, nettoyage 78, 79
Sonde API, rinçage 62
Source API Ion Max 69
source API Ion Max 69
Système d'optique ionique Q00, nettoyage 82
Tube d'échantillonnage, rinçage 62
Tube de transfert des ions, nettoyage 64, 73
Tube de transfert des ions, retrait et nettoyage 73
Entretien quotidien
Cône de balayage ionique, rinçage 64, 73
Ligne de transfert, rinçage 62
Sonde API, rinçage 62
Tube d'échantillonnage, rinçage 62
Tube de transfert des ions, rinçage 64, 73
Vidage du flacon des solvants usés 64
Étalonnage
et H-SRM (remarque) 59
Fréquence (remarque) 54
fréquence (remarque) 59
présenté 59
État de veille
Activation, système 49
Etats Marche/Arrêt des composants 57

F

Fenêtre de réglage principale, ouverture 15
Fenêtre Instrument Configuration, accès 14
Flacon des solvants usés, vidage 64
Fuite d'air, vérification 60
Fuite, vérification 60
Fusibles du spectromètre, remplacement 97

G

Gaz auxiliaire, états Marche/Arrêt 57
Gaz de collision, description 31
Gaz gaine, états Marche/Arrêt 57
Génération des tensions RF, présentation 42

I

Imprimante, configuration 44
injection de boucles, vanne de dérivation/injection 16
Interface avec la source d'ions
  Description 22
  Emplacement (figure) 75
  Entretien 75
  Figure 77, 78
  figure 79
  Levier de verrouillage/déverrouillage (emplacement) 67
  Réassemblage 81
  Retrait 76
  tube de transfert des ions 22
  vue transversale 22

J

Jauge Convectron
  Description 39
  Emplacement (figure) 37
Jauge ionique
  Description 39

K

Kit d'accessoires 99

L

Lentille de sortie
  Nettoyage 78
  Réassemblage 80
  Retrait 77
Lentille L0, description 26
lentille Q00 RF
  état marche/arrêt 57
Lentille RF Q00
  Description 25
  Figure 25
  Nettoyage 82, 88
Lentille S
  état marche/arrêt 57
Lentille S-lens
  Nettoyage 78
  Réassemblage 80
  Retrait 77
Lentille tubulaire
  Description 23
  Etats Marche/Arrêt 57
  Figure 23
  Nettoyage 79
  Réassemblage 80
  Retrait 78
  Tensions 23
Lentilles
  Assemblage analyseur, tensions appliquées 33
  L21, L22, L23, figure 29
  L31, L32, L33, figure 29
Ligne de transfert des échantillons, rinçage 62

M

Matériel associé aux gaz d'admission
  Description 36
Matériel d'arrivée des gaz
  vanne du gaz auxiliaire 40
  vanne du gaz de collision 40
  vanne du gaz gaine 40
Mise en garde
  Alimentation de la pompe et de la ligne primaire 39
  Arrêt d'urgence 47
  Éraflure du cône du skimmer 80
  Niveau d'azote et utilisation de la source API 60
  Pénétration des solvants usés dans le boîtier de la source d'ions 68
  Remplacement des fusibles 97
  Remplacement, cartes de circuits imprimés et alimentations 97
  Température de la cage du dispositif de chauffage du capillaire 76
Mode de balayage de perte de neutre
  Exemple (figure) 9
  Illustration (figure) 9
  Présentation 8
Mode de balayage dépendant des données, présentation 10
Mode de balayage des ions parents
  Illustration (figure) 6
  Présentation 6
Mode de balayage des ions produits
  Illustration (figure) 6
  Présentation 5
Modes de balayage
  Dépendant des données 10
  Ions parents 6
  Ions parents, illustration (figure) 7
  Ions produits 5
  Ions produits, illustration (figure) 6
  Perte de neutre 8
  Perte de neutre, exemple (figure) 9
  Perte de neutre, illustration (figure) 9
  Présentation 3
  Q1MS et Q3MS 5
  Récapitulatif (tableau) 4
  Spectromètre de masse 3
Modes de balayage MS/MS
  Ions parents 6
  Ions produits 5
  Perte de neutre 8
Modes de balayage Q1MS et Q3MS 5
Modes de polarité des ions, présentation 3
Module d'entrée d'alimentation, description 41

Montage de la source d'ions
  Emplacement (figure) 77, 78
  Figure 67
  Tiges de guidage 67
Mot de passe 95
Multiplicateur d'électrons
  Anode, description 34
  Description 34
  état marche/arrêt 57, 57

N

Niveau d'argon
  Pression 60
  Vérification 60
Niveau d'azote
  Mise en garde 60
  Pression 60
  Vérification 60
Niveaux de pression, vérification 60
Niveaux de vide, vérification 60

O

Optique ionique
  emplacement de la cage (figure) 79
Optique ionique Q00
  vue transversale 22
Ordinateur
  Arrêt 51
  Description 43
  Interface avec le réseau LAN 44
  Ordinateur personnel 43
  Réinitialisation 55
Ordinateur embarqué
  Description 41
  Réinitialisation 54
Ordinateur personnel, caractéristiques 43
Ordinateur, caractéristiques 43
Orifice d'arrivée du gaz de balayage, emplacement (figure) 75

P

Panneau d'alimentation, figure 20
Pièces remplaçables
  Boucles d'échantillonnage 101
  Kit d'accessoires 99
  Raccords 101
  Référence 99
Plages de masse 12
Pompe mécanique 39
Pompe primaire 39
  Câble d'alimentation (Mise en garde) 39
  description 39
  Entretien 92
  Etats Marche/Arrêt 57
Pompe seringue
  Description 15
  Figure 16
Pompe turbomoléculaire
  Description 38
  Etats Marche/Arrêt 57
Pompes
  Pompe primaire 39
  Pompe turbomoléculaire 38
Pompes à vide
  Pompe primaire 39
  Pompe turbomoléculaire 38
Précautions de sécurité xvi
Pression du gaz auxiliaire 40
Pression du gaz gaine 40
Procédure
  Activation du mode veille du système 49
  Arrêt complet du système 50
  Démontage de la cage du système d'optique ionique 87
  Entretien de la pompe primaire 92
  Installation de la source API Ion Max 67
  Installation de la source API Ion Max-S 67
  Nettoyage de la lentille de sortie 78
  Nettoyage de la lentille S-lens 78
  Réassemblage de l'interface avec la source d'ions 81
  Réassemblage de la cage du système d'optique ionique 90
  Réassemblage de la lentille de sortie 80
  Réassemblage de la lentille S-lens 80
  Réassemblage de la lentille tubulaire 80
  Réassemblage du skimmer 80
  Réinitialisation du spectromètre de masse 54
  Retrait de la lentille de sortie 77
  Retrait de la lentille S-lens 77
  Retrait de la lentille tubulaire 78
  Retrait du skimmer 78
Procédure d'arrêt d'urgence 47
Procédures
  configuration du LC 15
  nettoyage de la lentille tubulaire 79
  nettoyage du skimmer 79
Procédures de nettoyage
  Cône de balayage 64
  Cône de balayage ionique 73
  Fréquence 72
  Lentille de sortie 78
  Lentille RF Q00 82, 88
  Lentille S-lens 78
  Lentille tubulaire 78, 79
  Ligne de transfert des échantillons 62
  Skimmer 78, 79
  Sonde API 62
  Sonde API, rinçage 62
  Sonde ESI, rinçage 62
  Système d'optique ionique Q00 82
  Tube d'échantillonnage 62
  Tube de transfert des ions 64, 73

Q

Q0, emplacement de l'assemblage de montage (figure) 87
Q1 quadripôle, figure 28
Q3 quadripôle, figure 28
Quadripôle Q0
  Description 26
  Figure 26
Quadripôles
  Analyse de masse 30
  analyse de masse 28
  Champs RF et CC (figure) 29, 30
  Q0, description 26
  Q1 et Q3 28

R

Raccords, pièces remplaçables 101
Référence 99
Réglage
  Fréquence (remarque) 54
  Tension de décalage de la lentille tubulaire 24
Réglages
  présentés 59

S

Skimmer
  Description 24
  Figure 25
  Nettoyage 79
  Réassemblage 80
  Retrait 78
Solvants
  Exigences de pureté xvii
  Nettoyage 80
Sonde API, rinçage 62
Sonde ESI, rinçage 62
Source API (Atmospheric Pressure Ionization)
  Description 67
  Interface avec la source d'ions 22
Source API Ion Max
  Boîtier (figure) 66
  Boîtier, vue arrière (figure) 67
  entretien 69
  Installation 67
Source API Ion Max-S
  Boîtier (figure) 66
  Installation 67
Source d'ions, description 3
Spectromètre de masse
  Analyseur de masse 27
  Arrêt 50
  Arrêt d'urgence 47
  Assemblages électroniques 41, 97
  Assemblages électroniques de génération des tensions RF 42
  Assemblages électroniques du système de détection des ions 42
  Démarrage 52
  Description des fonctions 18
  Diagnostic 96
  diagramme d'interconnexion 45
  Électrovanne d'aération 39
  État de veille 49
  Fréquence de nettoyage 72
  Fusibles, remplacement 97
  Jauge ionique 39
  Matériel associé aux gaz d'admission 36
  Module d'entrée d'alimentation, description 41
  Pompe turbomoléculaire 38
  Procédures d'entretien (tableau) 70
  Réinitialisation 54
  Système de vide 35
  Témoins DEL et démarrage du système 54
  Tube de vide 37
  vanne du gaz de collision 40
  Voyants en façade 18
Support de la source d'ions
  emplacement (figure) 79
Système d'optique ionique
  Description 23
  Emplacement de la cage (figure) 77, 78
  Q00, description 23
  Quadripôle Q0, présentation 26
Système d'optique ionique Q0, présentation 26
Système d'optique ionique Q00
  Nettoyage 82
  Nettoyage des composants 88
  Remontage 89
  Skimmer 24
Système de dépression
  commutateur de service du vide 21
  interruption de l'alimentation 21
  pompe primaire 39
  vanne du gaz auxiliaire 40
  vanne du gaz de collision 40
  vanne du gaz gaine 40
  vérification des niveaux de pression 60
  Voyant de vide 19
Système de détection des ions
  Assemblages électroniques 42
  Dynode de conversion 34
  Gain du multiplicateur d'électrons 35
  Multiplicateur d'électrons 34
Système de données
  adaptateur Ethernet principal 43
  diagramme d'interconnexion 45
  interface avec l'instrument 43
  interface LC 43
Système de vide
  Description 35
  Électrovanne d'aération 39

Jauge ionique 39
Pompe turbomoléculaire 38
Schéma de principe 36

T

Tableau d'alimentation de droite
Figure 21
Présentation 21
Tableaux
Etats Marche/Arrêt des composants du spectromètre 57
Procédures d'entretien du spectromètre de masse 70
Récapitulatif des modes de balayage 4
Témoin DEL d'alimentation
Démarrage du spectromètre 52
Description 19
Réinitialisation du spectromètre de masse 54
Témoin DEL d'électrovanne d'aération fermée 21
Témoin DEL de balayage, description 19
Témoin DEL de communication
Démarrage du spectromètre 52
Description 19
Réinitialisation du spectromètre de masse 54
Témoin DEL de liaison Ethernet OK 21
Témoin DEL système
Démarrage du spectromètre 52
Réinitialisation du spectromètre de masse 54
Témoins DEL
Électrovanne d'aération fermée 21
Liaison Ethernet OK 21
Pompe sous tension, emplacement (figure) 21
Témoin DEL d'alimentation 19
Témoin DEL d'alimentation, démarrage du spectromètre 52
Témoin DEL d'alimentation, réinitialisation du spectromètre 54
Témoin DEL de balayage 19
Témoin DEL de communication 19
Témoin DEL de communication, démarrage du spectromètre 52
Témoin DEL de communication, réinitialisation du spectromètre 54
Témoin DEL de la pompe seringue 15, 19
Témoin DEL de vide 19
Témoin DEL système 19
Témoin DEL système, démarrage du spectromètre 52
Témoin DEL système, réinitialisation du spectromètre 54
Témoins de la vanne de dérivation/d'injection 19
Témoins DEL du panneau avant
Alimentation 19
Balayage 19
Communication 19
Système 19
Vide 19
Tension de décalage, quadripôle 32
Tensions
Décalage de la lentille tubulaire 23
Décalage Q0 26
Décalage Q00 25
Dynode de conversion 34
RF et CC quadripôle 29
Système d'optique ionique Q0 26
Tube de transfert des ions 22
TSQ
Arrêt 50
Arrêt complet 50
Arrêt d'urgence 47
arrêt, procédure non urgente 50
Chromatographe en phase liquide 15
Conditions d'utilisation, réglage 53
conformité réglementaire iii
Démarrage 52
Description des fonctions 13
Diagnostic 96
diagramme d'interconnexion 45
Échantillonneur automatique 14
étalonnage 59
Etalonnage, fréquence 54
État de veille 49
Modes de balayage 3
Modes de polarité des ions 3
Ordinateur 43
pièces remplaçables 99
plages de masse 12
Pompe seringue 15
Présentation 1
Réglage, fréquence 54
réglages 59
Schéma de principe fonctionnel (figure) 13, 14
Spectromètre de masse 18
Témoins DEL et démarrage du système 54
Types de balayage 10
Types de données 12
vanne de dérivation/injection 16
Vérifications quotidiennes du système 59
voyants en façade 18
Tube d'échantillonnage, rinçage 62
Tube de transfert des ions 22
description 22
Figure 23
Retrait et nettoyage 73
Rinçage 64, 73
Tube de vide
Couvercle latéral, description 38
Description 37
Orifices de passage 38
Vue intérieure (figure) 37
Type de balayage complet 10
Type de balayage SIM 11
Type de balayage SRM 11

Types de balayage
  Balayage complet (full-scan) 10
  Présentation 10
  SIM (Selected Ion Monitoring) 11
  SRM (Selected Reaction Monitoring) 11
Types de données de balayage
  Balayage de type centroïde 12
  Balayage de type profil 12
Types de données, présentation 12

V

Vanne de dérivation/d'injection
  Connexion (figure) 17
  Emplacement (figure) 17
Vanne de dérivation/injection
  description 16
  injection de boucles 16
Vanne du gaz auxiliaire, description 40
Vanne du gaz de collision, description 40
Vanne du gaz gaine, description 40
Vérifications du système
  Allongement du revêtement polyimide du tube d'échantillonnage 60
  Niveaux d'argon et d'azote 60
  Niveaux de vide 60
Vérifications quotidiennes du système
  Fuite d'air 60
  Liste 59
  Liste des vérifications 62
  Niveau d'argon 60
  Niveau d'azote 60
  Présentation 59
Voyant de vide
  description 19
  et pression de la zone de l'analyseur 19
Voyants en façade
  description 18
  figure 18

Z

Zone de l'analyseur, collecteur de dépression, description 37